



**U.S. GRAINS**  
COUNCIL



**2016/2017**  
**玉米收获质量报告**





**U.S. GRAINS**  
COUNCIL



在有限的时间内完成一份涵盖了如此深广内容的报告, 需要许多个人和组织的参与。美国谷物协会十分感谢 Centrec 咨询公司的莎朗·巴德(Sharon Bard) 博士以及克里斯·施罗德(Chris Schroeder) 先生在报告完成过程中的督促和协调。顾问公司内部人员也提供了很多支持, 他们与专家团队协作, 帮助我们收集分析数据和撰写报告。外部团队成员包括汤姆·惠特克博士、洛威尔·希尔、马文·R·鲍尔森、和佛瑞德·拜勒。此外, 谷物协会还要感谢伊利诺伊州作物改良协会(Illinois Crop Improvement Association) 的“品种性状保藏谷物实验室”(Identity Preserved Grain Laboratory) 和尚佩恩—丹维尔谷物监察机构(Champaign-Danville Grain Inspection, CDGI) 所提供的玉米质量检测服务。

最后, 如果没有全美国各地粮仓及时而周到的参与, 这份报告将无法完成。我们非常感激他们在农务繁忙的收获时节为我们收集和提供样本所付出的时间和精力。





<b>1</b>	协会致辞	
<b>2</b>	收获质量概述	
<b>4</b>	引言	
<b>6</b>	质量检测结果	
	A. 定级指标.....	6
	B. 水分.....	17
	C. 化学成分.....	20
	D. 物理指标.....	28
	E. 霉菌毒素.....	43
<b>49</b>	作物与天气条件	
	A. 2016年收获摘要.....	49
	B. 播种与早期生长条件.....	50
	C. 授粉和灌浆条件.....	51
	D. 收获条件.....	52
	E. 2015年与2014、2013及五年平均情况比较.....	54
<b>56</b>	美国玉米产量、用途及展望	
	A. 美国玉米产量.....	56
	B. 美国玉米用途及年终库存.....	58
	C. 展望.....	58
<b>61</b>	调查与统计分析方法	
	A. 概述.....	61
	B. 调查设计与采样.....	62
	C. 统计分析.....	64
<b>65</b>	检测分析方法	
	A. 玉米定级指标.....	65
	B. 水分.....	66
	C. 化学成分.....	66
	D. 物理指标.....	67
	E. 霉菌毒素检测.....	69
<b>70</b>	美国玉米等级及换算	
<b>BC</b>	美国谷物协会联系信息	

美国谷物协会完成了第六份年度玉米质量调研，并欣然在这份2016/2017年玉米收获质量报告中发布相关的调研结果。

谷物协会致力于提供新近收获的玉米作物质量方面准确和及时的信息。这样的信息能够帮助玉米采购者做出明智的决策，并增加对美国玉米市场潜力和可靠性的信心。

今年的玉米作物生殖生长期条件极佳，且喜获高单产，尤其是西部玉米种植带。总体来说，2016年的特点是营养生长期天气温暖干燥，随后的灌浆期和收获期温暖湿润。如此有利的天气条件，让美国玉米可供出口的总量预计在2016年会创出历史记录。

同往年的报告一样，2016/2017年玉米收获质量报告提供的信息是有关美国当前收获的谷物进入国际贸易渠道时的品质。我们采用前后一致的调查方法，以便可以与往年的品质情况进行比较。采购商最终收到的玉米质量还会受到随后的搬运、混合和储存过程的影响。协会的另一份报告，《2016/2017年玉米出口货物质量报告》，评测即将出口的玉米在国际航线装运点的品质情况，这份报告将在2017年年初面世。

谷物协会致力于通过扩展贸易和发展海外市场提升全球粮食安全和实现经济利益互惠。全球各地的协会工作人员努力为连通国际玉米采购者和世界最大最成熟的农业生产和出口体系搭建桥梁。

抱着这个目的，谷物协会谨以此报告竭诚为我们的合作伙伴提供服务，以实现本协会开发市场、促进贸易、改善生活的使命。我们希望这是一份有价值的报告。

您诚挚的，



小菲利普·“奇普”·康斯尔  
美国谷物协会主席  
2016年12月

2016年玉米作物的总体质量在多项指标方面均好于五年平均值(5YA<sup>1</sup>)，87.8%的样本符合或超过美国二级玉米标准。除定级指标的平均水平很好之外，2016年进入营销渠道的美国玉米作物与五年平均值相比，容重更高、颗粒体积更大、油脂含量更高，完整颗粒更多，而破碎玉米和杂质含量更低，且应激裂纹更少。

玉米质量较高的原因是生育期条件良好、播种时机正常偏早、营养期天气温暖干燥，而灌浆期和收获期温暖湿润。美国玉米业2016年的单产记录，让美国玉米总产量又创新高。2016年美国玉米预计总产量为三亿八千六百八十万吨(一百五十二亿三千万蒲式耳)，比2015年增长了11.95%。美国是玉米最大的出口国，2016/2017营销年度预计占全球玉米出口的39.2%。

## 定级指标和水分

- 平均容重为58.3lb/bu (75.0kg/hl)。94.9%的样本超过一级玉米标准，99.5%的样本超过二级玉米标准。容重值高于2015年和五年平均值，说明玉米籽粒饱满度和成熟度俱佳。
- 破碎玉米和杂质(BCFM)含量仅为0.7%，96.6%样本检测结果低于美国一级玉米限值，说明只需进行极少的除杂处理。
- 平均总损伤为2.6%，高于2015年、2014年和五年平均值。89.3%的玉米总损伤率低于二级玉米标准的限值，为了进行安全储藏，需要对玉米状况进行监测并留意适当通风。
- 未见热损伤。
- 粮站水分含量为16.1%，高于2015年，但与五年平均值持平。分布显示33.1%的样本水分含量值在15%以下，只有28.4%的样本水分含量在17%之上。说明与2015年相比，更多的样本需要干燥工序，但需要干燥的样本量仍少于2014年。

## 化学成分

- 平均干基蛋白质含量为8.6%，高于2015年和2014年，但略低于五年平均值。
- 干基淀粉含量(72.5%)低于2015年、2014年和五年平均值。
- 平均干基油脂含量为4.0%，高于2015年、2014年和五年平均值。

<sup>1</sup>五年平均值为2011/2012、2012/13、2013/14、2014/2015和2015/2016年收获报告中质量指标的平均值或标准差的简单平均数。

## 物理指标

- 应激裂纹率较低，仅为 4%，应激裂纹指数为 8.8，略高于 2015 年水平，但低于 2014 年和五年平均值。91.7% 的样本应激裂纹率低于 10%。应激裂纹率低可能是因为与降水较多的年份相比，收获时田间干燥条件良好，所需人工干燥极少。玉米破碎风险应该仍相对较低。
- 百粒重 (35.20 克) 高于 2015 年、2014 年和五年平均值，说明与往年相比玉米颗粒更大。
- 平均颗粒体积为 0.28 cm<sup>3</sup>，略高于 2015 年、2014 年和五年平均值。
- 平均真实密度为 1.258 g/cm<sup>3</sup>，高于 2015 年，与 2014 年持平，低于五年平均值。
- 平均角质胚乳含量为 79%，与 2015 年接近，但低于 2014 年和五年平均值，说明与 2014 年和五年平均值相比玉米颗粒较软。
- 平均完整颗粒比例为 95.2%，高于 2015 年、2014 年和五年平均值。完整颗粒比例高而应激裂纹较少，说明与往年相比，玉米在储运过程中颗粒破碎的情况应会更少。

## 霉菌毒素

- 除了一份样本之外，或者说 2016 年 99.4% 的玉米样本，其黄曲霉毒素检测值低于 FDA 最高限值 20ppb。
- 2016 年经检测的玉米样本呕吐毒素含量全部在 FDA 建议限量水平之下 (与 2015 年和 2014 年相同)。不过，2016 年呕吐毒素含量在 FGIS “较低一致性标准” 之上的样本数高于 2015 年和 2014 年。这种情况的出现可能是由于与此前两年相比，2016 年天气条件更湿润，更容易引起呕吐毒素滋生。



2016/17年美国谷物协会收获质量报告的设计初衷是帮助美国玉米的国际采购者了解美国商品黄玉米进入流通渠道时的初始品质。本报告是美国玉米作物收获时质量年度测量调查的第六份。在六年数据的基础上,天气和生长状况对美国玉米收割时质量的影响模式开始清晰浮现。

2016年的春季,美国几乎所有地区都比往年平均情况更温暖,各地气温和降水差异很大。这些因素导致苗期持续很久,平均来说,出苗早于五年平均情况。营养生长期温暖干燥的天气让作物得以快速成长,且长势健康。六月,天气温暖干燥,作物欣欣向荣,氮肥吸收充分,作物评级达到70-75%之间良好到极佳,并一直持续了整个生长阶段。良好到极佳的生长状况与2014年接近。墨西哥湾和南部铁路出口集中区的夏季气温偏高,且多数时候夜间更温暖,导致灌浆期淀粉聚集受到影响,所以2016年玉米作物的淀粉含量较低。生殖生长期湿润的天气和偏高的夜间气温为真菌病害的滋生创造了条件。2016年平均总损伤高于历年,但依然远在美国一级玉米限值之下。

尽管今年的作物成熟比往年更快,在某几个地区过多的降雨耽误了收获时机,导致一些地区的玉米水分含量较高。不过,尽管在这些地区收获有所延误,较干燥的地区依然得以迅速收获。

总体来说,2016年的收获期与平均情况接近,收获较早的谷物将会进行人工干燥,以防病害扩散。平均水分含量相对较低,

完整颗粒的百分比高于此前几年,并且,可见应激裂纹较少。得益于此,玉米在后续的处理过程中会更不易破碎且适宜保存。总而言之,2016年的天气状况带来了高单产,以及高容重值、较大的颗粒、低应激裂纹率和较高的平均油脂含量。

这些观察展现了六年间玉米品质的差异情况,不过总体来说,2016/17年收获质量报告显示进入2016/17年营销渠道的玉米品质较高。65.5%的玉米样本达到一级玉米的全部等级标准,87.8%的样本品质在二级玉米标准之上。平均水分含量和总损伤率低,说明作物从营销渠道到出口流转过程中,经得起储存和运输的考验。

六年的数据为评估影响玉米品质的趋势和因素建立了基础。另外,经过数年积累的玉米收获质量报告会体现越来越高的价值,能够让出口买家进行逐年比较,并根据当年的生长条件评估玉米质量的模式。

这份2016/17年收获报告的数据是基于624份来自12个州的主要玉米生产和出口地区的商品黄玉米样本。收集到的样本来自各地粮仓,用以观察玉米在产地的初始品质,也为不同的地理环境中生长的玉米品质特征变化提供了有代表性的信息。

12个采样的州分为三个大的区域,称为“出口集中区”(ECAs)。这三个出口集中区是根据通往出口市场的三个主要路径划分的:

- 墨西哥湾出口集中区包括典型的通过海湾港口出口的地区；
- 太平洋西北（PNW）出口集中区包括通过太平洋西北地区  
和加利福尼亚港口出口的地区；
- 南部铁路地区包括从内陆分站点通过铁路向墨西哥出口  
玉米的地区。

报告中样本检测结果包括全美总体水平和三个出口集中区各自的情况，提供了美国玉米质量地区差异的全貌。

玉米收获时特有的质量状况是出口客户最终收到的玉米货物品质的基础。然而，当玉米在美国营销系统中流转时，会与来自其他地方的玉米混合，共同装入卡车、驳船和货运火车，历经储运过程和多次装卸。因此玉米一开始进入市场时在出口装运点时的质量和状况会有所变化。所以，2016/17 年收获质量报告应与随后将于 2017 年初面世的美国谷物协会 2016/17 年玉米出口货物质量报告一并参考对照。与以往一样，出口玉米货物的质量始终应由买卖双方在合同中约定，买家尽可以就任何其关注的质量指标与卖家谈判磋商。

本报告提供每一项经检测的质量指标的详细信息，包括平均值和所有样品的总体标准差以及三个出口集中区各自情况。

“质量检测结果”部分如下对质量指标进行总结：

- 定级指标：容重、破碎玉米与杂质（BCFM）、总损伤和热损伤



- 水分
- 化学成分：蛋白质、淀粉和油脂
- 物理指标：应激裂纹 / 应激裂纹指数、百粒重、颗粒体积、颗粒真实密度、完整颗粒比例及角质（硬）胚乳
- 霉菌毒素：黄曲霉毒素和呕吐毒素

此外，本收获质量报告还包含了对美国作物和天气条件的简要描述；美国玉米产量、用途和展望；以及对调查和统计分析方法以及检测方法的详细介绍。

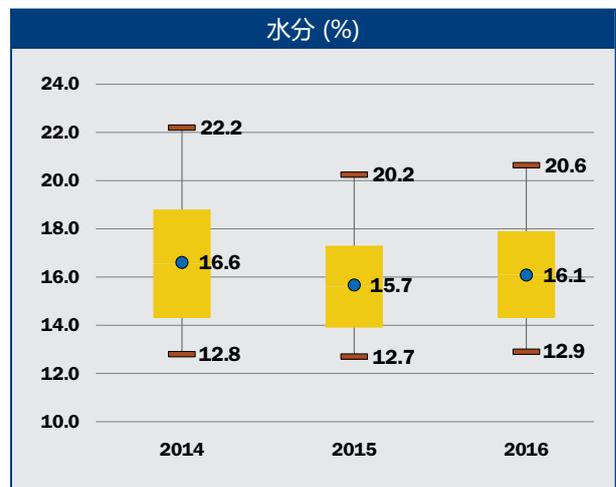
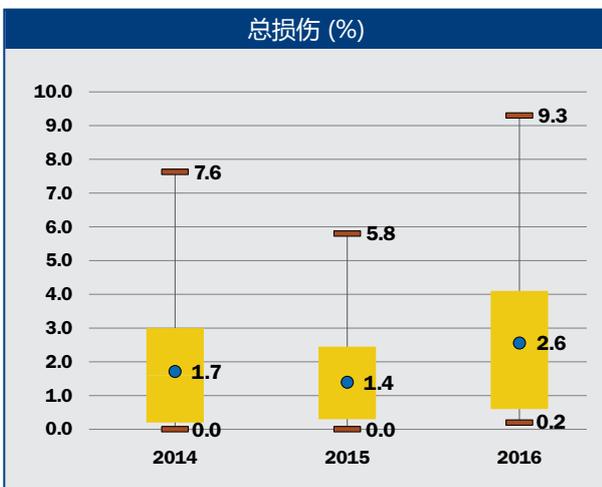
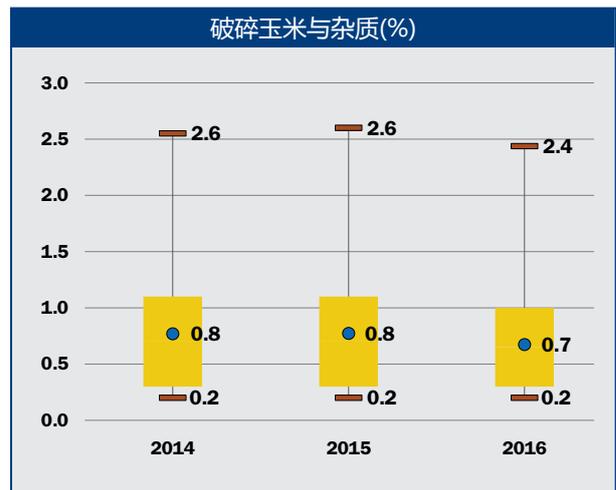
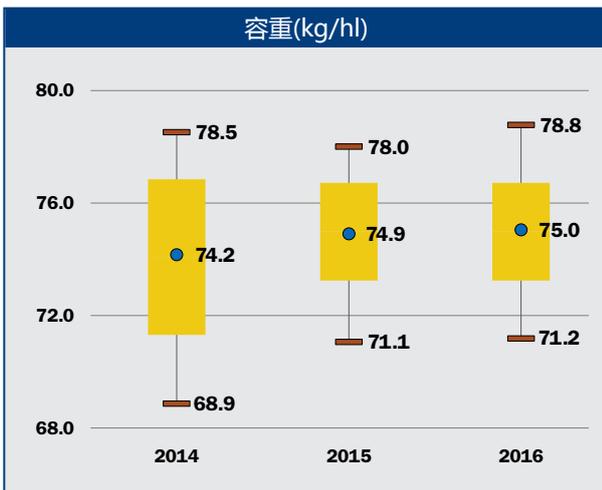
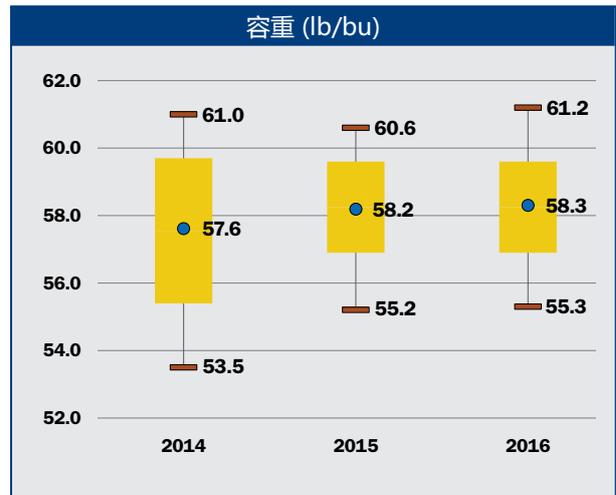
2016/17 年收获质量报告新增内容是过去五年的收获报告（2011/12 年，2012/13 年，2013/14 年，2014/15 年和 2015/2016 年）中各项质量指标的简单平均值。我们在报告中将这些按照美国总体和各出口集中区检测结果分别计算出的简单平均值称为“五年平均值”。

## A. 定级指标

美国农业部联邦谷物检验局 (FGIS) 已设立各种衡量多项谷物品质属性的等级、定义和标准。决定玉米等级的因素包括容重、破碎玉米和杂质 (BCFM)、总损伤和热损伤。玉米等级和等级要求见本报告第 70 页的“美国玉米分级和等级要求”部分。

### 概述：定级指标和水分

- 2016 年美国玉米总体平均容重 (58.3lb/bu 或 75.0kg/hl) 高于 2015 年、2014 年和五年平均值，远高于美国一级玉米的标准。
- 与历年结果一样，所有出口集中区的样本总体平均容重均高于美国一级玉米标准。
- 2016 年美国总体平均破碎玉米与杂质 (BCFM) 含量为 0.7%，低于 2015 年、2014 年和五年平均值，远低于美国一级玉米标准的最大限值。破碎玉米与杂质含量低表明玉米在第一次运送前仅需极少的除杂工序且在储存时可简化通风作业。
- 几乎所有玉米样本 (99.2%) 的破碎玉米与杂质含量均低于最高 3% 的二级玉米标准的限值。
- 三个出口集区的平均破碎玉米与杂质含量均为 0.7%。
- 美国总体平均破碎玉米含量为 0.5%，略低于此前几年和五年平均值。
- 美国总体平均杂质含量为 0.1%，略低于此前几年和五年平均值。
- 2016 年美国玉米样本总体平均总损伤为 2.6%，高于 2015 年、2014 年，和五年平均值，但仍低于 3.0% 的一级玉米标准。大约 72% 的样本破碎粒含量不高于 3%。
- 总损伤率的标准差 (1.61%) 和分布范围 (0 到 23.1%) 高于此前几年。由于总损伤较高的玉米比例高于此前几年，如果玉米未能得到足够的干燥、监测和适当通风，则储存过程中风险发生的几率较大。
- 与墨西哥湾和南部铁路出口集中区相比，太平洋西北出口集中区的总损伤水平 2016、2015 年、2014 年和五年平均值均为最低。
- 所有样本均无热损伤报告，结果与 2015 年、2014 年和五年平均值相同。
- 2016 年美国玉米总体平均水分含量为 16.1%，高于 2015 年，低于 2014 年，与五年平均值持平。
- 2016 年南部铁路出口集中区的样本水分含量 (15.7%) 低于太平洋西北地区 (15.9%) 和墨西哥湾地区 (16.2%)。
- 2016 年和 2015 年水分含量的分布情况显示，与 2015 年相比，2016 年的玉米需要更多干燥工序。2016 年的作物中，仅有 12.5% 的样本水分含量值在 14% 及以下，而在 2015 年，则有 19.8% 的样本水分含量值低于 14%。



## 1. 容重

容重(单位体积的重量)测量容积密度,常被当作反映玉米整体品质的总指标,同时也是对玉米进行碱法蒸煮和湿磨加工时衡量胚乳硬度的指标。同等重量的玉米,容重高者比容重低者占用的储存空间更少。影响玉米容重的根本因素是颗粒结构上的基因差异。不过,容重也和其他因素相关,包括水分含量、干燥方式、颗粒的物理损伤(破碎颗粒和表面磨损)、样本中的杂质、颗粒大小、生长季节所遭受的外力、以及微生物侵袭。对农场送至粮站的玉米进行取样和检测,在特定的含水量条件下,容重高往往意味着高品质、高比例的角质(硬)胚乳,并且玉米颗粒坚固整洁。玉米的容重与真实密度呈正相关,都反映了玉米颗粒的硬度和成熟度。

## 结果

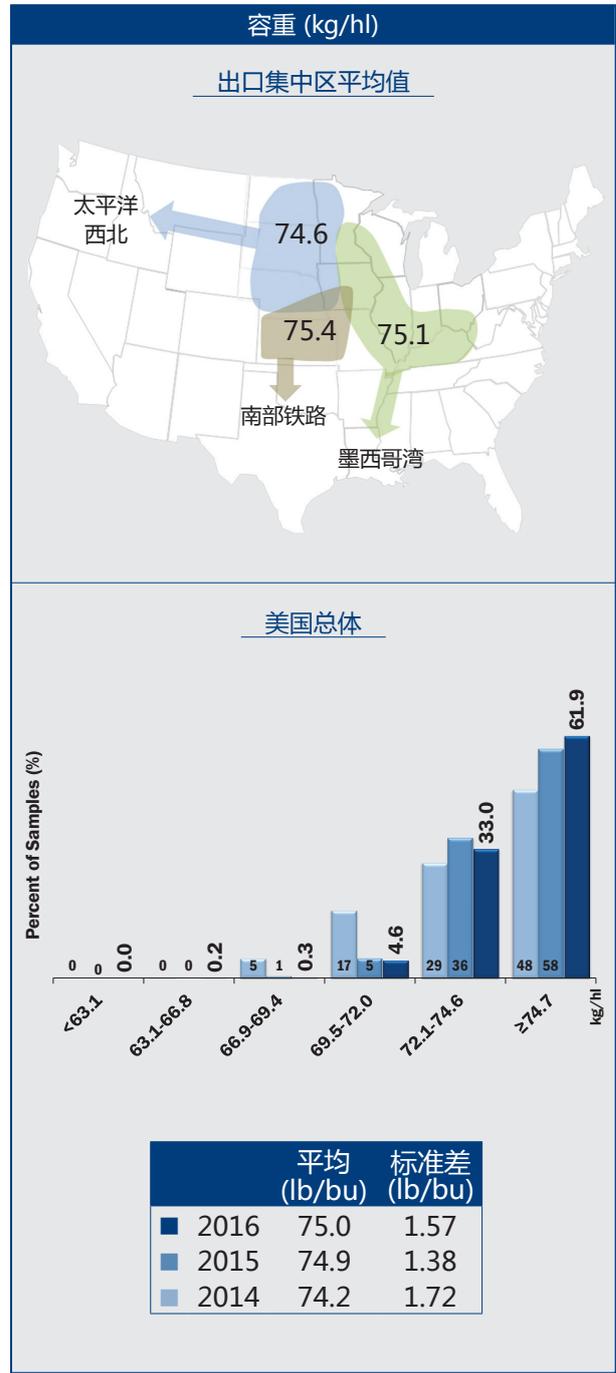
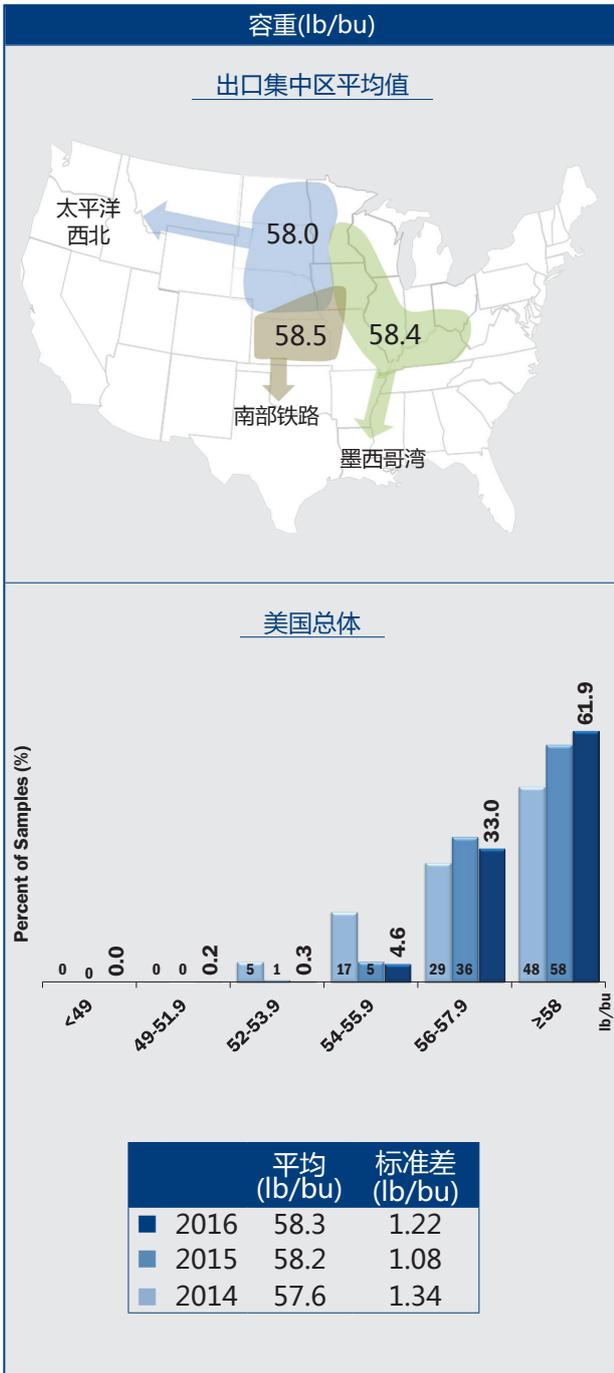
- 2016年美国玉米总体平均容重(58.3lb/bu或75.0kg/hl)高于2015年的58.2b/bu或74.9kg/hl,2014年的57.6lb/bu或74.2kg/hl,以及五年平均值58.1lb/bu或74.8kg/hl。
- 2016年美国玉米总体平均容重远高于美国一级玉米的最低标准(56lb/bu)。
- 2016年总体容重的标准差1.22lb/bu高于2015年(1.08lb/bu),但低于2014年(1.34lb/bu)和五年平均值(1.33lb/bu),说明样本容重均匀度不及2015年,但高于2014年和五年平均值。
- 2016年玉米容重最大值和最小值之差(10.4lb/bu)高于2015年(8.1lb/bu),但与2014年结果(10.6lb/bu)接近。
- 2016年94.9%的样本容重值在一级玉米的指标限值56lb/bu之上,相比之下,2015年为94%而2014年为77%。2016年收获的玉米中,99.5%的样本容重高于二级玉米的标准(54lb/bu),而2015年此百分比为99%,2014年为94%。
- 三个出口集中区的平均容重均高于美国一级玉米的限定标准。墨西哥湾出口集中区(58.4lb/bu)和南部铁路出口集中区(58.5lb/bu)的平均容重更高。太平洋西北出口集中区的容重为58.0lb/bu,2016年、2015年、2014年和五年平均值均为最低。
- 虽然太平洋西北出口集中区2016年玉米容重值最低,但其标准差(1.19lb/bu)显示波动性较小,而墨西哥湾和南部铁路出口集中区则分别为1.24lb/bu和1.22lb/bu。

### 美国玉米 各等级 最低容重

No. 1: 56.0 磅

No. 2: 54.0 磅

No. 3: 52.0 磅



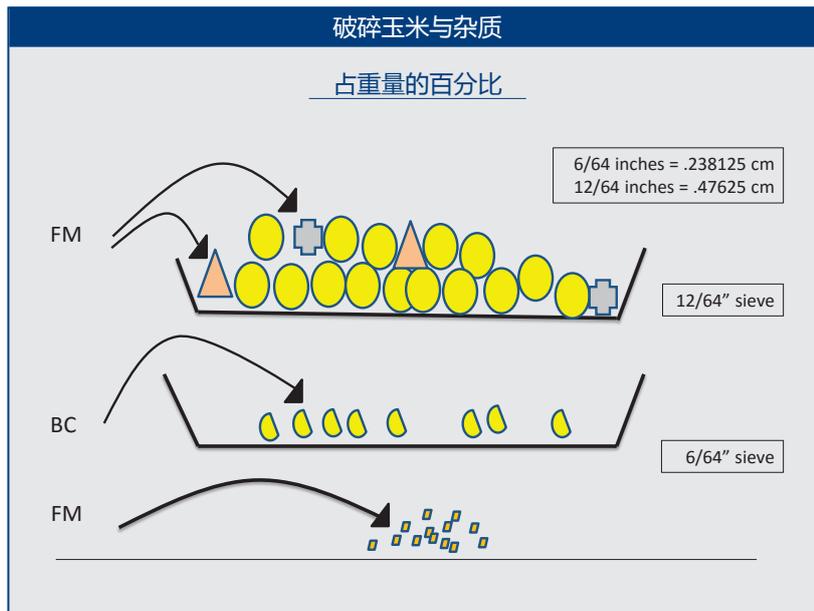
## 2. 破碎玉米与杂质

破碎玉米与杂质 (BCFM) 是反映玉米中适用于饲料和深加工用途的坚固清洁的颗粒数量的指标。破碎玉米和杂质的比例越低, 样本中杂质和 / 或破碎颗粒越少。来自农场的样本出现较多破碎粒和杂质往往源于收割操作和 / 或掺入田里的杂草种子。破碎玉米和杂质水平会在玉米干燥和储运的过程中进一步增高, 这与处理方法和颗粒的坚实度有关。收获时应激裂纹的增加也会导致玉米在随后的储运过程中发生颗粒破碎。

破碎玉米 (BC) 的定义是尺寸能通过 12/64th 英寸圆孔筛, 但无法通过 6/64th 英寸圆孔筛的玉米和其他物质 (如杂草种子)。

杂质 (FM) 是指所有无法通过 12/64th 英寸圆孔筛的非玉米物质, 另外包括可以通过 6/64th 英寸圆孔筛的所有细小物质。

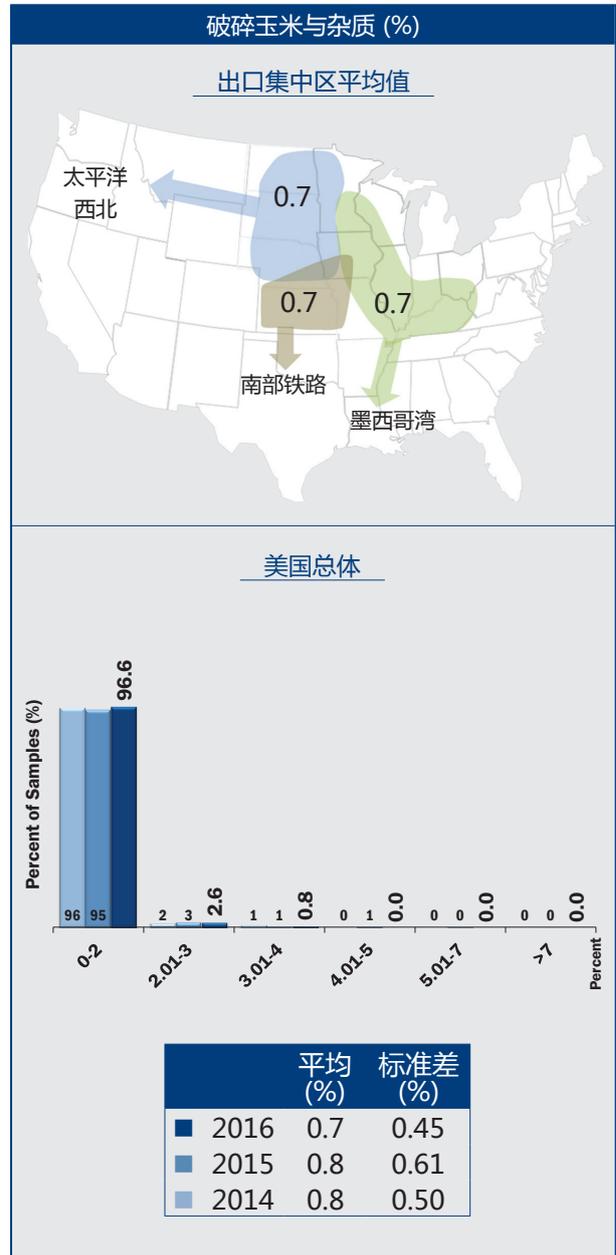
下边的图表展示了美国玉米等级定级时检测破碎玉米与杂质的程序。



## 结果

- 2016 年美国玉米总体平均破碎玉米与杂质含量为 0.7% , 略低于 2015 年、2014 年和五年平均值 ( 均为 0.8% ) , 远低于 2.0% 的美国一级玉米的最高限值。
- 2016 年作物的破碎玉米与杂质波动率略低于此前几年和五年平均值, 标准差的数值可以反映出这一点 ( 2016 年为 0.45%、2015 年为 0.61%、2014 年为 0.50%、五年平均值为 0.58% ) 。
- 2016 年, 破碎玉米与杂质含量的最高值和最低值之差为 4.0% , 低于 2015 年 ( 11.9% ) 和 2014 年 ( 5.8% ) 。
- 2016 年破碎玉米与杂质含量低于一级玉米标准最高限值 ( 不超过 2% ) 的玉米样本占全部样本的 96.6% , 2015 年为 95% 而 2014 年为 96% 。几乎所有样本 ( 99.2% ) 的破碎玉米与杂质含量低均于二级玉米的最高限值 3% 。
- 2016 年各出口集中区的平均破碎玉米与杂质含量相同, 均为 0.7% 。各区之间平均破碎玉米与杂质含量之差 2015 年不超过 0.1%、2014 年和五年平均值不超过 0.2% 。

美国玉米各等级BCFM最大限值
No. 1: 2.0%
No. 2: 3.0%
No. 3: 4.0%

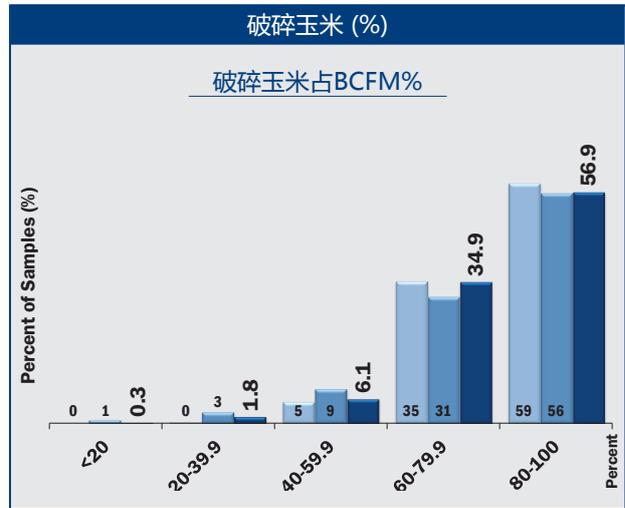
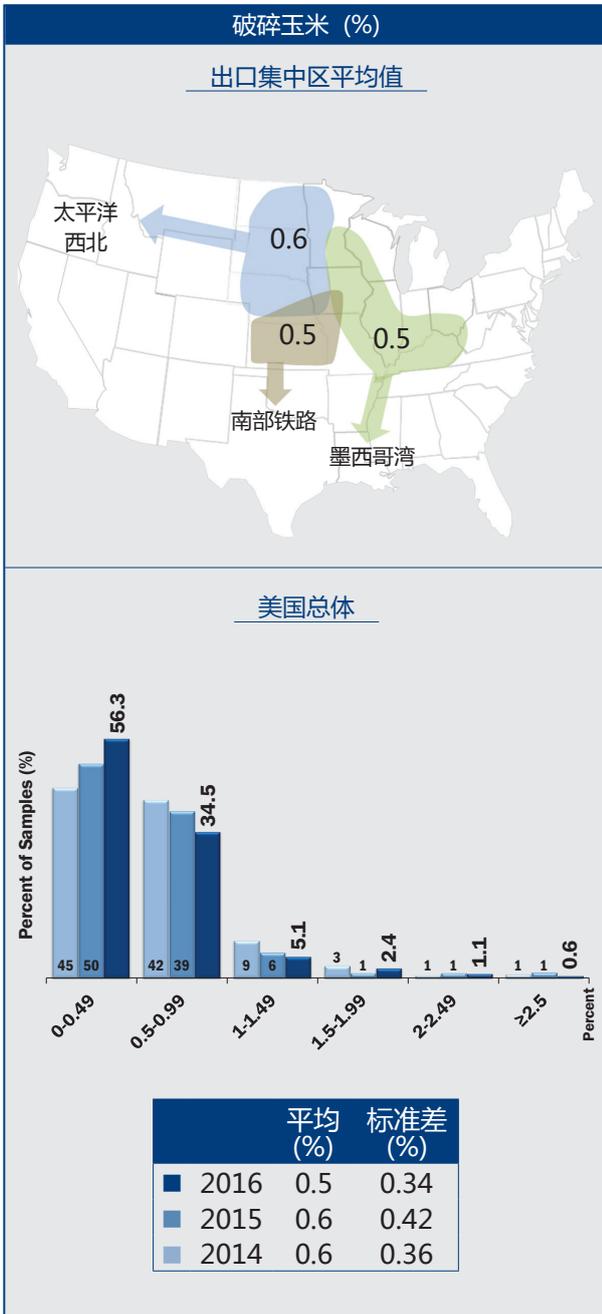


### 3. 破碎玉米

美国玉米等级对破碎玉米的定义是基于玉米颗粒的尺寸,通常还包括极少比例的非玉米物质。破碎的玉米粒与完整颗粒相比,更容易遭受霉变或虫害,并且可能在运输和加工的过程中发生问题。在储存筒仓中未被摊开和搅动时,破碎玉米粒倾向于留在筒仓的中央而完整颗粒会因重力作用分布在外层边缘。破碎玉米颗粒集中的中心区域被称为“喷口”。如果有需要,将仓内中心部分的玉米分散能够减少这种现象。

#### 结果

- 2016年美国总体平均破碎玉米含量为0.5%,略低于2015年和2014年(均为0.6%)和五年平均值(0.7%)。
- 2016年的破碎玉米含量的波动率与此前几年和五年平均值接近,表示为标准差。2016年、2015年、2014年和五年平均标准差分别为0.34%、0.42%、0.36%和0.44%。
- 2016年破碎玉米含量的高低值分布范围为3.8%,低于2015年的7.5%,但略高于2014年的3.2%。
- 2016年玉米样本中的90.8%破碎粒含量低于1%,而2015年为89%,2014年则为87%。2014年破碎玉米含量低于1%的样本比例较低可能是因为当年收获的玉米水分含量较高。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的破碎玉米含量分别为0.5%、0.6%和0.5%,各地区之间差异不超过0.1%。
- 后页中的分布图展示了破碎玉米在破碎玉米与杂质(BCFM)中的比例,可以看出在几乎所有样本中,破碎玉米与杂质(BCFM)主要由破碎粒组成。情况与此前几年相同。

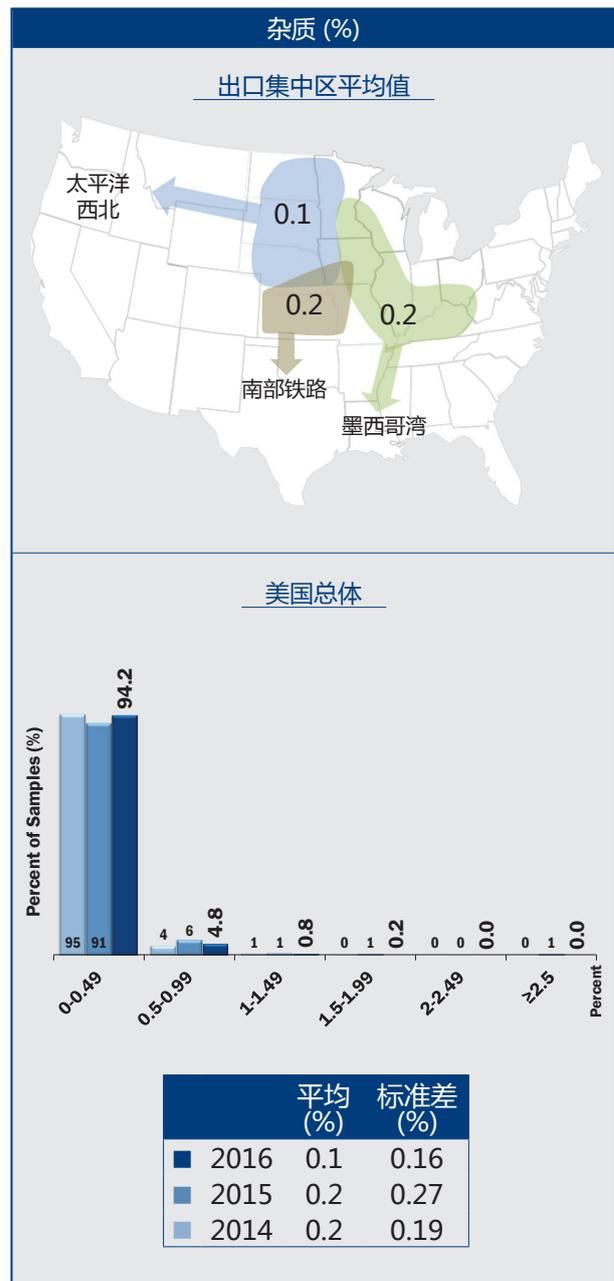


## 4. 杂质

玉米中杂质的影响很大是因为它会减少玉米的饲料或加工价值。它的水分含量通常比玉米高，因此可能导致玉米在储存过程中有发生变质的潜在风险。另外，杂质也是造成喷口现象的原因（如同在破碎玉米部分提到的）。并且由于水分含量高的原因，杂质与破碎玉米相比，可能会带来更多质量问题。

### 结果

- 2016 年美国玉米样本总体平均杂质含量为 0.1%，低于 2015 年、2014 年和五年平均值（同为 0.2%）。联合收割机的设计中就包括去除杂质的功能，从这些年来始终保持在低位的杂质含量水平看来，实际效果很好。
- 2016 年，标准差所反映出的美国玉米总体杂质含量的波动率（0.16%）低于 2015 年的 0.27%、2014 年的 0.19% 和五年平均值 0.22%。
- 2016 年样本的杂质含量分布范围为 0.0% 到 1.6%，2015 年为 0.0% 到 4.5%，而 2014 年为 0.0% 到 5.5%。
- 2016 年 94.2% 的玉米样本杂质含量低于 0.5%，相比之下，2015 年为 91% 而 2014 年为 95%。
- 所有出口集中区的平均杂质含量 2016 年、2015 年和五年平均值均为 0.1% 或 0.2%。



## 5. 总损伤

总损伤指外观有某种可见损伤的玉米颗粒和颗粒碎片的比例,包括热损伤、霜冻伤害、发芽损伤、病害损伤、天气损伤、田间损伤、生物损伤和霉变损伤。其中大部分损伤会造成颗粒变色或结构变化。损伤不包括外观正常的破碎颗粒。

霉变损伤通常与生长或存储过程中遭遇高湿和高温环境有关。有几种田中霉菌,如色二孢茎腐病、曲霉菌、镰刀霉、赤霉菌,在生长时期如天气条件适宜霉菌滋生,会导致颗粒霉变。尽管某些会导致颗粒霉变的真菌也会引起霉菌毒素滋生,并非所有真菌都会产生霉菌毒素。玉米经过干燥或将温度降低会减少霉变几率。

### 结果

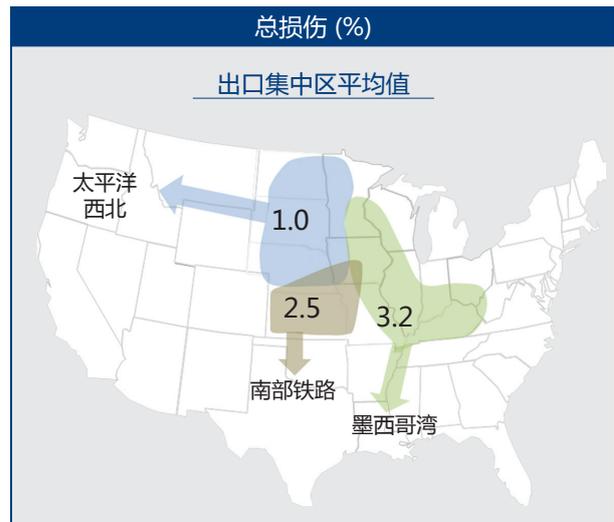
- 2016年美国总体总损伤率为2.6%,高于2015年的1.4%、2014年的1.7%和五年平均值1.2%。不过2016年的平均总损伤仍低于一级玉米标准的限定值(3%)。
- 2016年反映作物总损伤波动率的标准差结果值为1.61%,高于2015年的1.00%、2014年的1.36%和五年平均值0.97%。
- 2016年样本中总损伤的分布范围(0.0到23.1%)大于2015年(0.0到13.2%)和2014年(0.0到17.3%)。
- 2016年仅有71.8%的玉米样本损伤颗粒含量在3%以下,89.3%的样本损伤颗粒含量在5%之下。而2015年这两个数值分别为88%和96%。因此,柱状图显示总损伤在3%以上的样本比例高于此前几年。这些样本如果未能进行充分干燥和适当通风,储存风险可能会增加。
- 各出口集中区的平均总损伤情况是,墨西哥湾地区为3.2%、太平洋西北地区为1.0%、南部铁路地区为2.5%。太平洋



西北出口集中区的平均总损伤最低 (2.5%)，而墨西哥湾出口集中区的平均总损伤 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均为最高。

- 所有出口集中区的平均总损伤均远低于美国二级玉米的限值 (5%)。

美国玉米各等级总损伤最高限值
No. 1: 3.0%
No. 2: 5.0%
No. 3: 7.0%



## 6. 热损伤

热损伤是总损伤的组成部分，在美国玉米的定级标准中有单独的规定。热损伤可能是温暖潮湿的玉米中微生物活动导致的，也可能源于烘干过程中的高温。收割后直接从农场运出的玉米很少会发生热损伤的情况。

### 结果

- 2016 年所有玉米样本均无热损伤报告，与 2015 年、2014 年和五年平均情况一致。
- 未发生热损伤的部分原因可能是新鲜样本直接从农场运送到粮站，事先很少经过干燥处理。

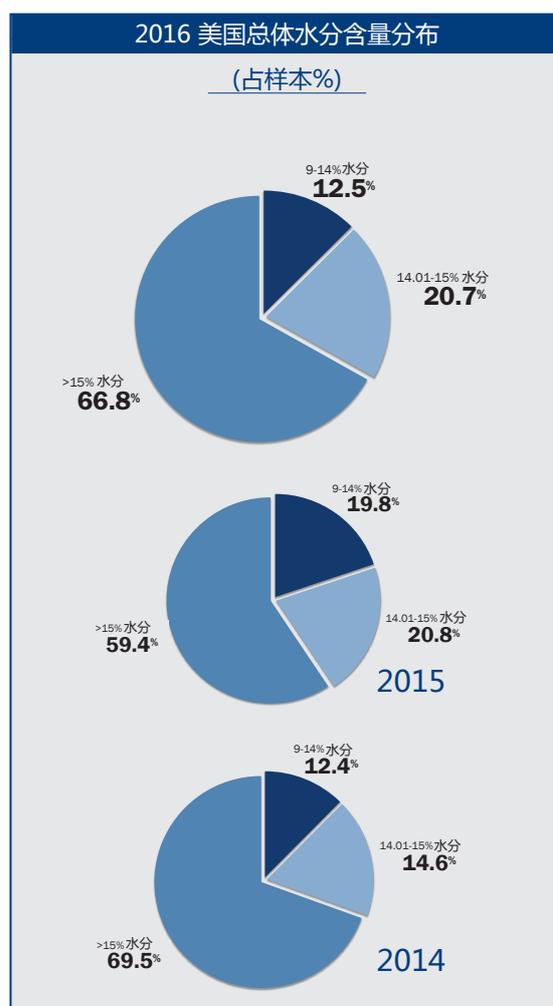
美国玉米各等级热损伤最高限值
No. 1: 0.1%
No. 2: 0.2%
No. 3: 0.5%

## B. 水分

官方等级证书上标出了水分含量，并且通常合同中会规定水分含量的最大值。水分含量并不是决定玉米样本应归于哪个等级的指标。水分含量的重要性在于它会影响出售和购得的玉米中干物质的总量。水分也是决定作物是否需要干燥的一个指标，它与作物是否适于贮存有潜在关系，而且会影响作物的容重。收获时水分含量高会增加收割和烘干过程中的颗粒损伤，水分含量和对烘干程度的要求可能会影响到应激裂纹、颗粒破裂和生芽几率。湿度极大的玉米在后继的储存和运输过程中可能最先发生严重霉变损伤。生长季节的天气会影响玉米单产、谷物成分构成和谷物颗粒的发育，而谷物收获时的水分含量很大程度上受到作物成熟度、收获时机和收获期天气条件的影响。一般储存指导原则显示，在典型的美国玉米种植带条件下将完好的玉米在通风环境中储存6到12个月且能保持较好品质，水分含量最多不能超过14%。如需储存超过一年，水分含量最好在13%以下<sup>1</sup>。

### 结果

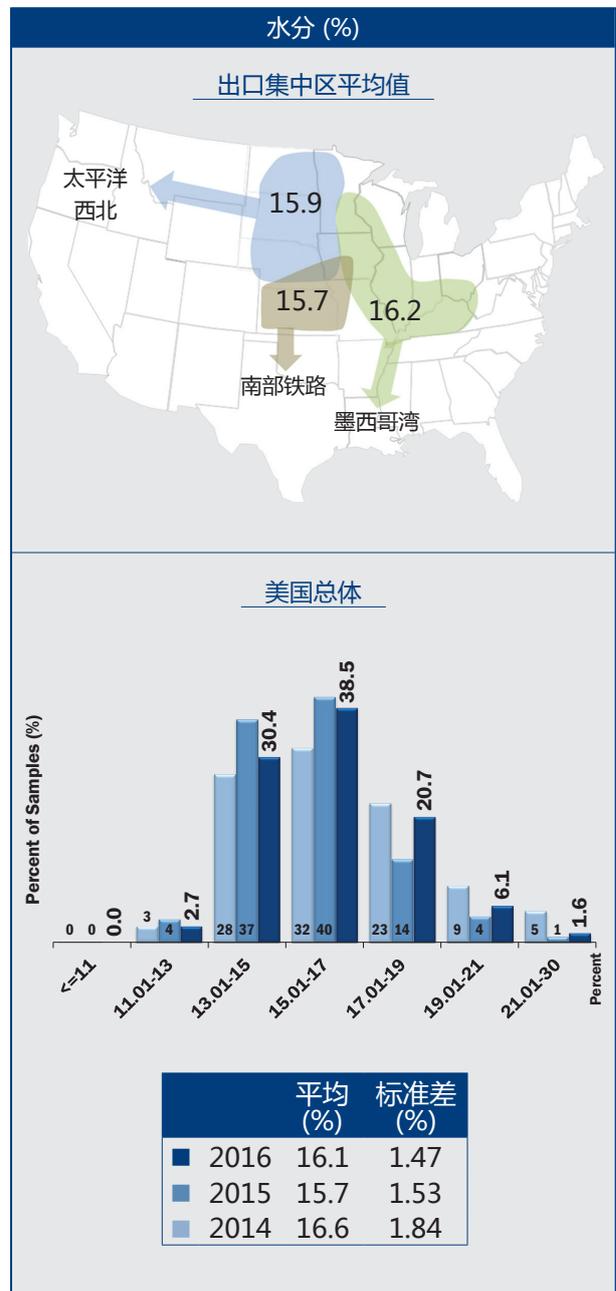
- 2016年粮站记录的美国玉米水分含量为16.1%，高于2015年（15.7%）、低于2014年（16.6%），与五年平均值（16.1%）持平。
- 2016年美国总体水分含量的标准差为1.47%，低于2015年的1.53%，2014年的1.84%和五年平均值1.78%，说明2016年样本的水分含量与此前几年相比波动率更小。
- 2016年样本水分含量的范围（11.2%到23.7%）与2015年（11.0%到23.5%）持平，小与2014年（10.9%到29.9%）。
- 2016年33.1%<sup>2</sup>的样本总体水分含量在15%及以下。百分之十五是多数粮站计算价格折扣的基础值，这样的水分含量水平被认为比较适合在较低的冬季气温条件下进行安全的短期储存。2016年作物中水分含量较高的样本比2015年更多，28.4%的样本水分含量在17%以上，而2015年该比例为19%，2014年为37%。这说明需要进行烘干的玉米样本多于2015年，但少于2014年。



<sup>1</sup>WPS-13. 1988. 谷物干燥、运输和储存手册。中西部规划服务出版社 13号. 艾奥瓦州立大学，埃姆斯，IA 50011

<sup>2</sup>第二个饼图和柱图显示的水分含量在15%或以下的样本分别为33.2%和33.1%，这只是四舍五入取整的结果

- 2016 年作物中，12.5% 的样本水分含量低于 14%，而 2015 年则为 19.8%，2014 年为 12.4%。14% 及以下的水分含量被认为是可长期储存和运输的安全水平。
- 墨西哥湾出口集中区的玉米平均水分含量（16.2%）高于太平洋西北（15.9%）和南部铁路出口集中区（15.7%）。
- 墨西哥湾在所有出口集中区中 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均为最高或与其他地区同为最高。墨西哥湾地区的样本水分含量通常较高是天气和收获期条件造成的。
- 由于 2016 年玉米的水分含量高于 2015 年，而 2016 年样本的总损伤也高于此前几年，应特别留意对玉米进行监控，将水分含量保持在较低水平，以防将来发生霉变。



## 摘要：定级指标和水分

2016年玉米收获						2015年玉米收获			2014年玉米收获			五年平均值	
	样本数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	最小值	最大值	样本数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	样本数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	平均值	标准差
<b>美国总体</b>						<b>美国总体</b>			<b>美国总体</b>			<b>美国总体</b>	
容重 (lb/bu)	624	58.3	1.22	51.5	61.9	620	58.2	1.08	629	57.6*	1.34	58.1	1.33
容重 (kg/hl)	624	75.0	1.57	66.3	79.7	620	74.9	1.38	629	74.2*	1.72	74.8	1.71
BCFM (%)	624	0.7	0.45	0.0	4.0	620	0.8*	0.61	629	0.8*	0.50	0.8	0.58
破碎玉米 (%)	624	0.5	0.34	0.0	3.8	620	0.6*	0.42	629	0.6*	0.36	0.7	0.44
杂质 (%)	624	0.1	0.16	0.0	1.6	620	0.2*	0.27	629	0.2*	0.19	0.2	0.22
总损伤 (%)	624	2.6	1.61	0.0	23.1	620	1.4*	1.00	629	1.7*	1.36	1.2	0.97
热损伤 (%)	624	0.0	0.00	0.0	0.0	620	0.0	0.00	629	0.0	0.00	0.0	0.00
水分 (%)	624	16.1	1.47	11.2	23.7	620	15.7*	1.53	629	16.6*	1.84	16.1	1.78
<b>墨西哥湾出口集中区</b>						<b>墨西哥湾出口集中区</b>			<b>墨西哥湾出口集中区</b>			<b>墨西哥湾出口集中区</b>	
容重 (lb/bu)	612	58.4	1.24	51.5	61.9	577	58.3	1.10	583	57.8*	1.34	58.3	1.33
容重 (kg/hl)	612	75.1	1.59	66.3	79.7	577	75.0	1.41	583	74.5*	1.73	75.0	1.71
BCFM (%)	612	0.7	0.45	0.0	4.0	577	0.8*	0.63	583	0.8*	0.48	0.8	0.57
破碎玉米 (%)	612	0.5	0.34	0.0	3.8	577	0.5	0.41	583	0.6*	0.37	0.6	0.43
杂质 (%)	612	0.2	0.17	0.0	1.6	577	0.2*	0.30	583	0.2	0.15	0.2	0.21
总损伤 (%)	612	3.2	1.88	0.0	23.1	577	1.7*	1.17	583	2.2*	1.72	1.4	1.16
热损伤 (%)	612	0.0	0.00	0.0	0.0	577	0.00	0.00	583	0.0	0.00	0.0	0.00
水分 (%)	612	16.2	1.48	11.2	23.7	577	15.7*	1.51	583	16.9*	1.93	16.4	1.86
<b>太平洋西北出口集中区</b>						<b>太平洋西北出口集中区</b>			<b>太平洋西北出口集中区</b>			<b>太平洋西北出口集中区</b>	
容重 (lb/bu)	301	58.0	1.19	52.2	61.9	329	57.9	1.02	262	56.6*	1.36	57.4	1.34
容重 (kg/hl)	301	74.6	1.53	67.2	79.7	329	74.6	1.31	262	72.9*	1.75	73.9	1.73
BCFM (%)	301	0.7	0.45	0.1	3.1	329	0.8*	0.66	262	0.9*	0.62	1.0	0.66
破碎玉米 (%)	301	0.6	0.35	0.1	2.6	329	0.6	0.48	262	0.6	0.38	0.7	0.48
杂质 (%)	301	0.1	0.13	0.0	1.6	329	0.2*	0.25	262	0.2*	0.31	0.2	0.25
总损伤 (%)	301	1.0	0.75	0.0	14.0	329	0.5*	0.53	262	0.4*	0.39	0.5	0.46
热损伤 (%)	301	0.0	0.00	0.0	0.0	329	0.00	0.00	262	0.0	0.00	0.0	0.00
水分 (%)	301	15.9	1.50	11.2	20.7	329	15.7*	1.55	262	16.1	1.75	15.3	1.62
<b>南部铁路出口集中区</b>						<b>南部铁路出口集中区</b>			<b>南部铁路出口集中区</b>			<b>南部铁路出口集中区</b>	
容重 (lb/bu)	395	58.5	1.22	54.5	61.9	402	58.4*	1.08	371	58.0*	1.30	58.4	1.30
容重 (kg/hl)	395	75.4	1.57	70.2	79.7	402	75.1*	1.38	371	74.7*	1.67	75.1	1.68
BCFM (%)	395	0.7	0.43	0.1	3.1	402	0.7	0.46	371	0.7	0.45	0.9	0.55
破碎玉米 (%)	395	0.5	0.31	0.1	2.5	402	0.5	0.32	371	0.5	0.31	0.7	0.41
杂质 (%)	395	0.2	0.16	0.0	1.6	402	0.2	0.20	371	0.2	0.20	0.2	0.20
总损伤 (%)	395	2.5	1.78	0.0	23.1	402	1.5*	1.01	371	1.3*	1.00	1.1	0.85
热损伤 (%)	395	0.0	0.00	0.0	0.0	402	0.00	0.00	371	0.0	0.00	0.0	0.00
水分 (%)	395	15.7	1.35	11.2	23.7	402	15.6	1.57	371	16.0*	1.54	15.5	1.60

\*数据显示2015年的平均值与2016年有显著差异，2014年的平均值与2016年有显著差异，统计是基于双尾T检验，可信度为95%。

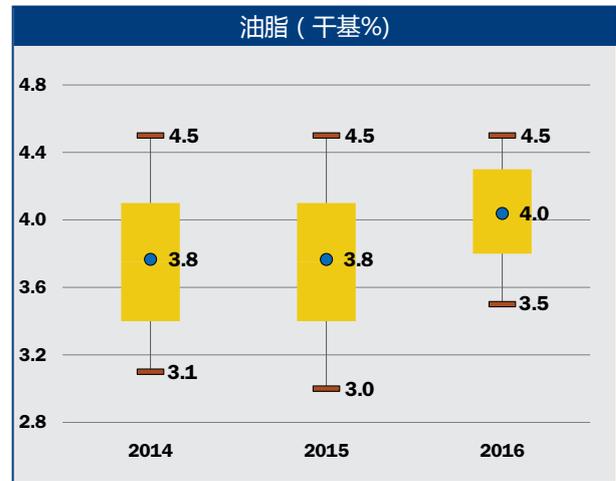
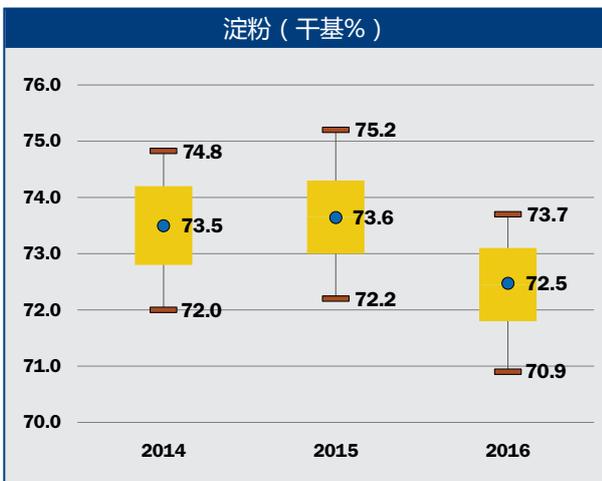
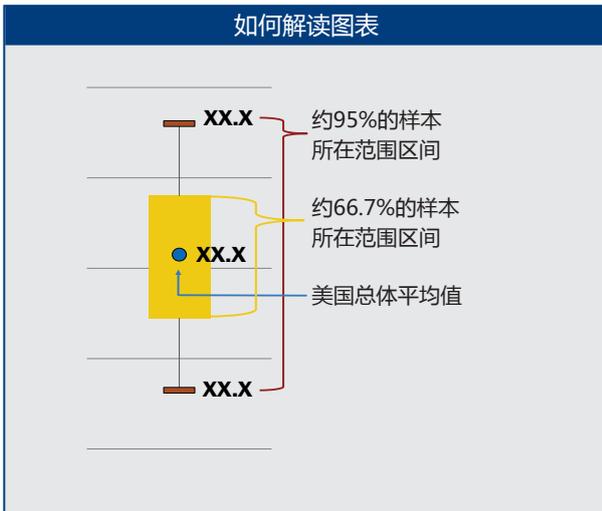
<sup>1</sup>由于各出口集中区的检测结果是复合统计值，三个出口集中区样本数之和高于美国总体

## C. 化学成分

玉米的化学成分主要包括蛋白质、淀粉和油脂。这些特性并非定级指标，但与终端用户利益相关。化学成分的数值为畜禽饲养的营养价值、玉米湿磨加工以及其它深加工用途提供了额外信息。与许多物理属性不同，化学成分值不会在储存和运输过程中发生显著变化。

### 概述：化学成分

- 2016 年美国玉米总体蛋白质含量（干基 8.6%）高于 2015 年，略高于 2014 年，但低于五年平均值。
- 墨西哥湾出口集中区的蛋白质含量 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均低于其他出口集中区。
- 2016 年美国玉米总体平均淀粉含量（干基 72.5%）低于 2015 年、2014 年和五年平均值。
- 墨西哥湾出口集中区的淀粉含量 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均高于其他出口集中区。
- 2016 年美国玉米总体平均油脂含量（干基 4.0%）高于 2015 年、2014 年和五年平均值。
- 2016 年玉米的化学成分与此前两年和五年平均值相比更为均匀（依据是蛋白质、淀粉和油脂含量的标准差均更低）。

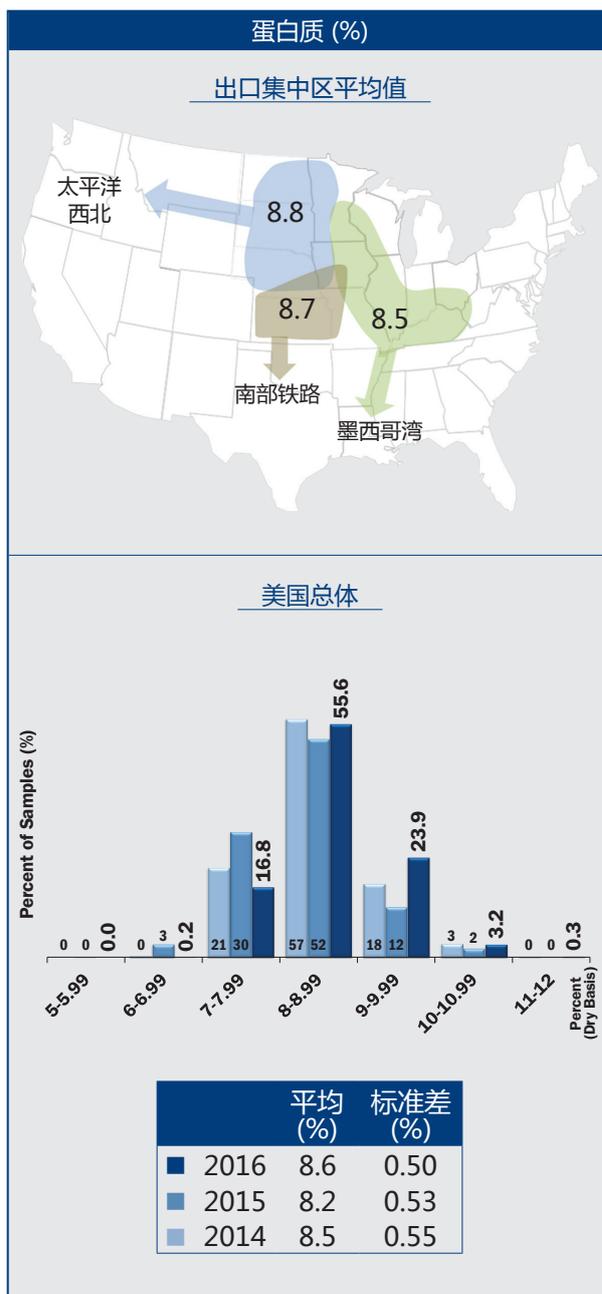


## 1. 蛋白质

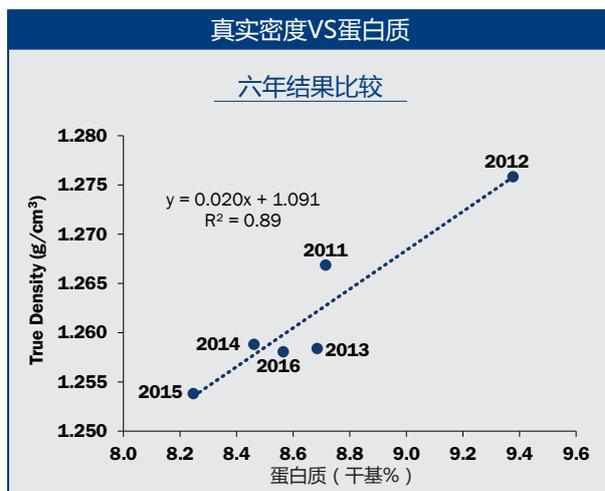
蛋白质对于畜禽饲养非常重要,它能够提供最必需的含硫氨基酸,并有助于提高饲料转化率。蛋白质含量在土壤中可利用氮降低时以及在单产高的年份会有所降低。根据干基检测的结果,蛋白质含量与淀粉含量通常为负相关。检测结果建立在干基法基础上。

### 结果

- 2016年美国玉米总体平均蛋白质含量为8.6%,高于2015年(8.2%)和2014年(8.5%),但低于五年平均值(8.7%)。
- 2016年美国玉米总体蛋白质含量的标准差为0.50%,低于2015年(0.53%)、2014年(0.55%)和五年平均值(0.60%)。
- 2016年蛋白质含量的范围(6.8%到11.7%)与2015年(5.6%到11.3%)和2014年(6.4%到11.3%)接近。
- 2016年玉米样本蛋白质含量的分布情况是,17%的样本含量在8.0%以下,55.6%的样本在8.0%和8.99%之间,27.4%的样本蛋白质含量等于或高于9.0%。2016年的分布情况表明与2015年和2014年相比,2016年蛋白质含量低的样本比例更低。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的玉米样本平均蛋白质含量分别为8.5%、8.8%和8.7%。墨西哥湾出口集中区玉米样本的蛋白质含量2016年、2015年、2014年和五年平均值均为最低。



- 根据过去六年的统计结果，美国总体平均蛋白质含量倾向于随着真实密度的提高而提高（相关系数为 0.94），如右侧图例所示。在真实密度较低的年份（2015），蛋白质含量亦较低，而在真实密度高的年份（2012 年），蛋白质含量亦较高。

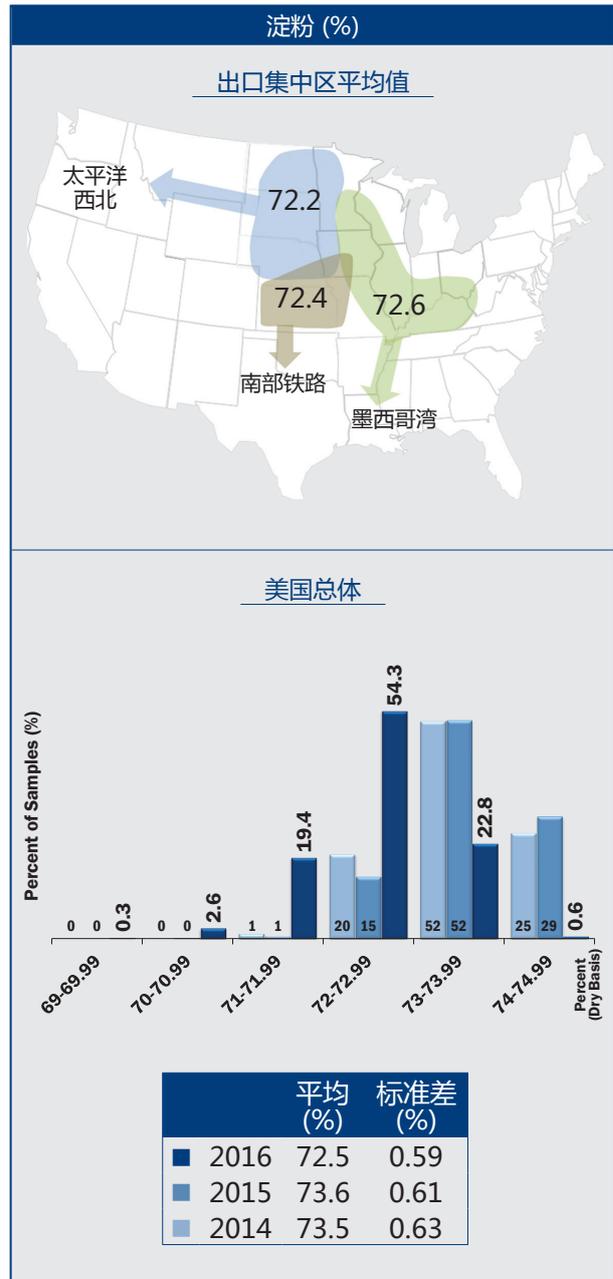


## 2. 淀粉

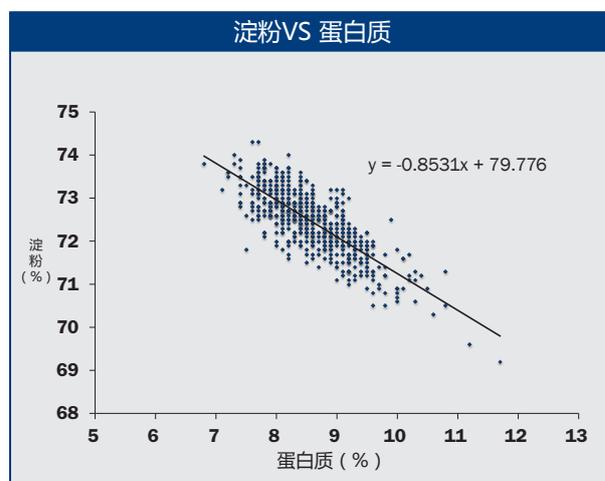
淀粉含量对于用于湿法加工和干磨法生产乙醇的生产商是一个重要指标。高淀粉含量往往表明玉米颗粒成熟度好、籽粒饱满，颗粒真实密度适中。淀粉与蛋白质含量通常为负相关。检测结果建立在干基法基础上。

### 结果

- 2016年美国玉米总体平均淀粉含量为72.5%，低于2015年(73.6%)、2014年(73.5%)和五年平均值(73.4%)。
- 2016年美国玉米总体淀粉含量标准差为0.59%，略低于2015年(0.61%)、2014年(0.63%)和五年平均值(0.64%)。
- 2016年淀粉含量范围在69.2%到74.3%之间，与2015年(70.5%到76.3%)和2014年(71.7%到76.1%)的结果接近。
- 2016年22.3%的样本淀粉含量在72.0%以下，54.3%的样本淀粉含量在72.0%和72.99%之间，23.4%在73.0%及以上。该结果显示2016年淀粉含量较低的样本比例高于2015年和2014年。2016年淀粉含量偏低可部分归因于2016年作物的蛋白质含量较高。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的玉米平均淀粉含量分别为72.6%、72.2%、和72.4%。墨西哥湾出口集中区玉米的平均淀粉含量2016年、2015年、2014年和五年平均值均为最高。因此，墨西哥湾出口集中区的玉米2016年、2015年、2014年结果和五年平均值均为淀粉含量最高而蛋白质含量最低。



- 由于淀粉和蛋白质是玉米中最主要的两种成分，其中一项含量增高另一项则会降低。旁边的图表中展示了淀粉和蛋白质含量之间的负相关，相关系数为 -0.79。

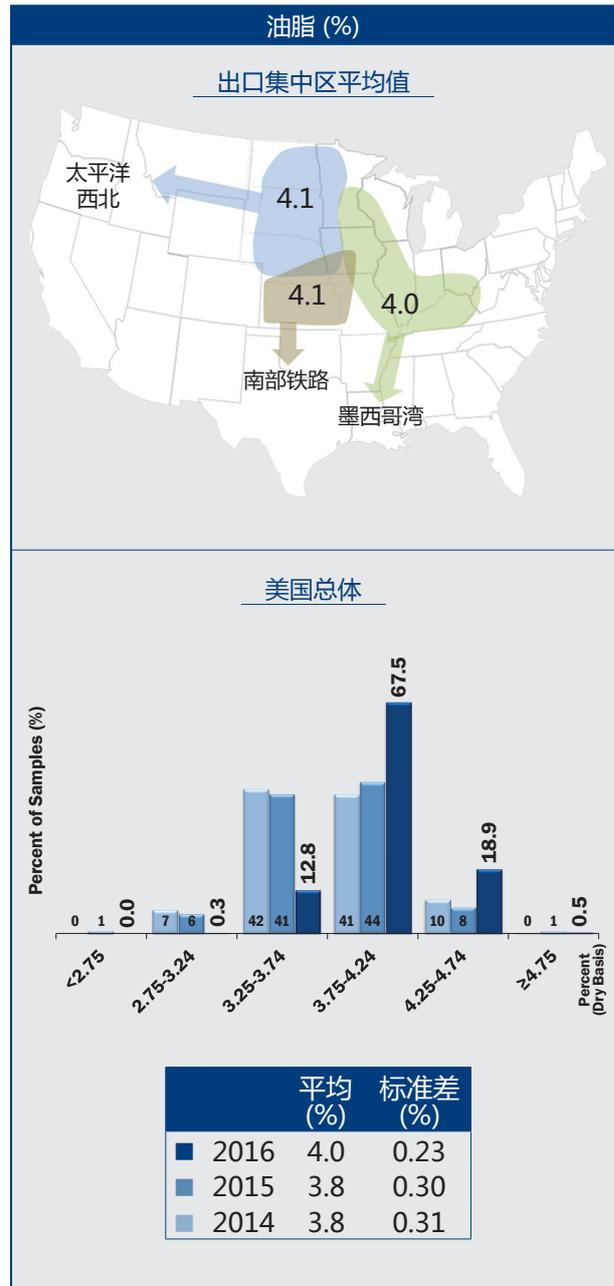


### 3. 油脂

油脂是畜禽饲料配方中的关键成分。它起到能量来源的作用，能促进脂溶性维生素的吸收，并提供某些必需的脂肪酸。油脂还是玉米湿法加工和干法加工的一种重要副产品。检测结果建立在干基法基础上。

#### 结果

- 2016年美国玉米总体油脂含量为4.0%，高于2015年和2014年（均为3.8%）和五年平均值（3.7%）。
- 2016年美国玉米总体油脂含量标准差为0.23%，低于2015年（0.30%）和2014年（0.31%），以及五年平均值（0.32%）。
- 2016年油脂含量范围为3.2%到4.9%，小于2015年（2.5%到5.4%）和2014年（2.8%到5.0%）。
- 2016年13.1%的样本油脂含量分布在3.74%及以下的范围，67.5%的样本油脂含量在3.75%到4.24%之间，19.4%的样本油脂含量等于和高于4.25%。
- 墨西哥湾，太平洋西北和南部铁路出口集中区的玉米平均油脂含量分别为4.0%、4.1%和4.1%。



### 摘要：化学成分

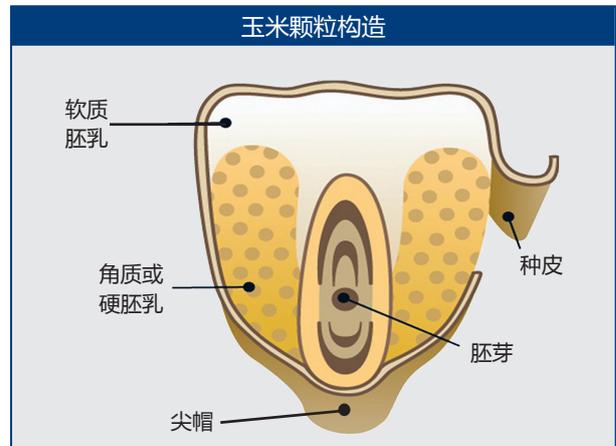
	2016年玉米收获					2015年玉米收获			2014年玉米收获			五年平均值		
	样本数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	最小值	最大值	样本数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	样本数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	平均值	标准差	
<b>美国总体</b>						<b>美国总体</b>			<b>美国总体</b>			<b>美国总体</b>		
蛋白质 (干基%)	624	8.6	0.50	6.8	11.7	620	8.2*	0.53	629	8.5*	0.55	8.7	0.60	
淀粉 (干基%)	624	72.5	0.59	69.2	74.3	620	73.6*	0.61	629	73.5*	0.63	73.4	0.64	
油脂 (干基%)	624	4.0	0.23	3.2	4.9	620	3.8*	0.30	629	3.8*	0.31	3.7	0.32	
<b>墨西哥湾出口集中区</b>						<b>墨西哥湾出口集中区</b>			<b>墨西哥湾出口集中区</b>			<b>墨西哥湾出口集中区</b>		
蛋白质 (干基%)	612	8.5	0.48	6.8	11.7	577	8.1*	0.52	583	8.4*	0.55	8.6	0.60	
淀粉 (干基%)	612	72.6	0.59	69.2	74.3	577	73.7*	0.62	583	73.6*	0.64	73.5	0.65	
油脂 (干基%)	612	4.0	0.24	3.2	4.9	577	3.8*	0.32	583	3.8*	0.32	3.8	0.33	
<b>太平洋西北出口集中区</b>						<b>太平洋西北出口集中区</b>			<b>太平洋西北出口集中区</b>			<b>太平洋西北出口集中区</b>		
蛋白质 (干基%)	301	8.8	0.55	7.3	11.7	329	8.7*	0.58	262	8.7	0.56	8.9	0.60	
淀粉 (干基%)	301	72.2	0.60	69.2	74.3	329	73.5*	0.60	262	73.4*	0.60	73.3	0.60	
油脂 (干基%)	301	4.1	0.22	3.2	4.9	329	3.7*	0.28	262	3.6*	0.29	3.6	0.29	
<b>南部铁路出口集中区</b>						<b>南部铁路出口集中区</b>			<b>南部铁路出口集中区</b>			<b>南部铁路出口集中区</b>		
蛋白质 (干基%)	395	8.7	0.51	6.8	11.7	402	8.3*	0.48	371	8.6	0.57	8.9	0.62	
淀粉 (干基%)	395	72.4	0.59	69.2	74.3	402	73.5*	0.60	371	73.4*	0.60	73.2	0.63	
油脂 (干基%)	395	4.1	0.23	3.2	4.9	402	3.8*	0.30	371	3.7*	0.28	3.7	0.32	

\*数据显示2015年的平均值与2016年有显著差异，2014年的平均值与2016年有显著差异，统计是基于双尾T检验，可信度为95%。

<sup>1</sup>由于各出口集中区的检测结果是复合统计值，三个出口集中区样本数之和高于美国总体

## D. 物理指标

物理指标是指玉米既非定级指标又非化学成分的其他品质属性。物理指标包括应激裂纹、颗粒重、颗粒体积、真实密度、完整颗粒比例、角质(硬)胚乳含量。物理指标的检测结果为玉米各种不同用途的加工特性和储运过程中耐储性和潜在破裂风险等方面提供了更多的信息。这些质量特性受到玉米颗粒物理构造的影响,并与遗传基因和生长及储运条件相关。玉米的籽粒从形态上分为四部分,胚芽或胚胎、尖帽、果皮或外壳、以及胚乳。胚乳占籽粒的82%左右,如右图所示,分为软质胚乳(亦称粉质或不透明胚乳)和角质胚乳(亦称硬质或透明胚乳)。胚乳的主要成分是淀粉和蛋白质,胚芽含有油脂和一些蛋白质,而果皮和尖帽主要由纤维构成。

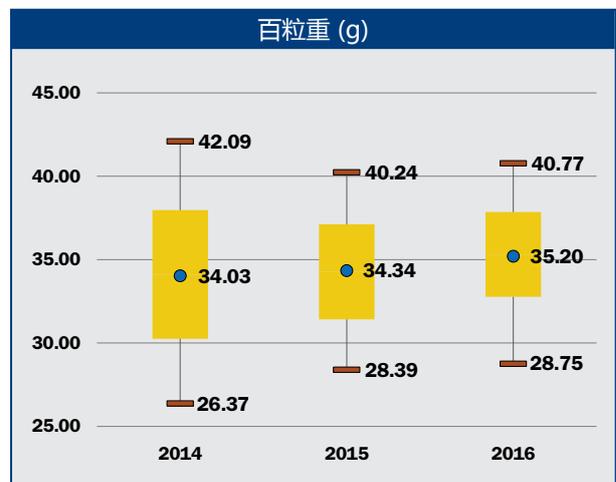
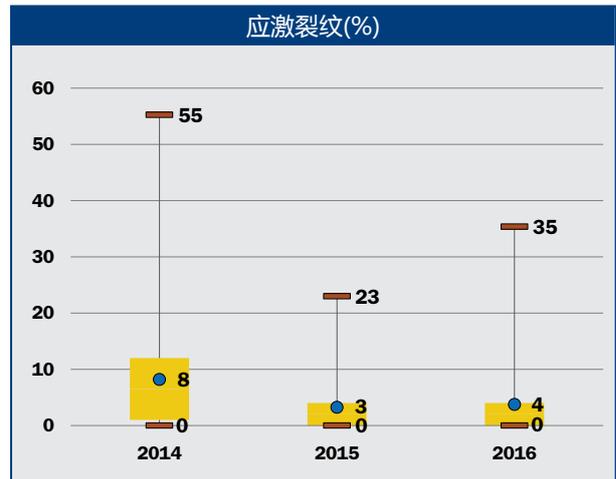
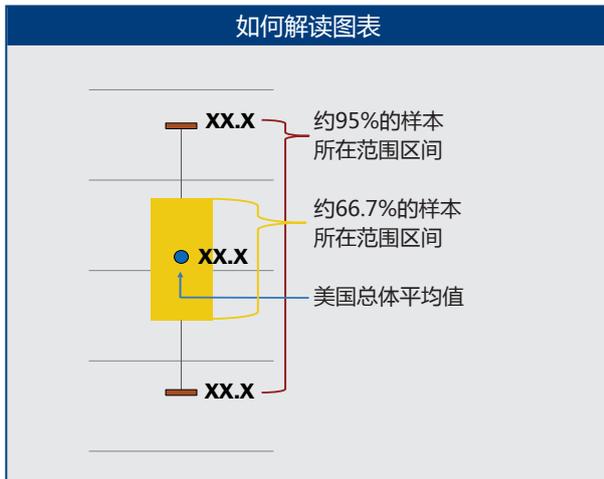


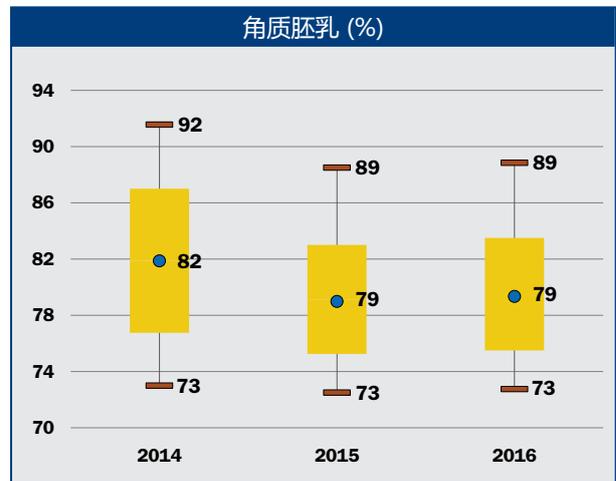
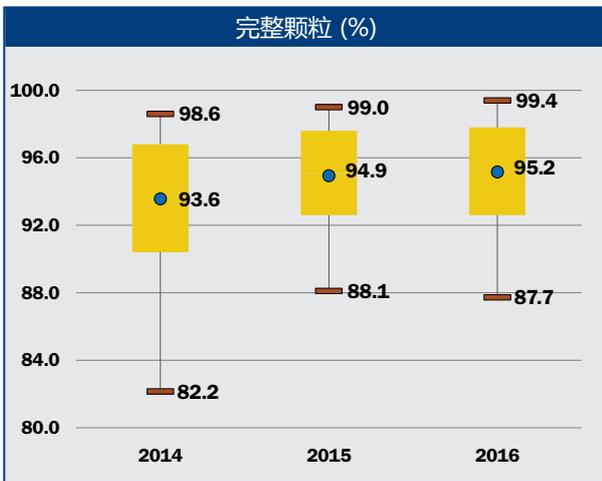
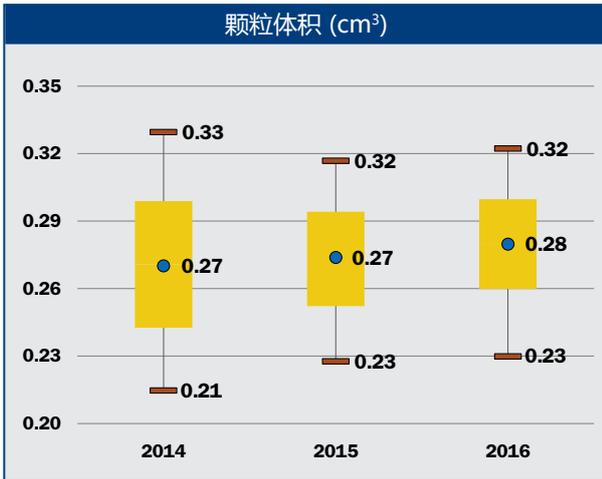
来源: 改编自玉米加工者协会, 2011



## 概述：物理指标

- 美国总体平均应激裂纹（4%）和应激裂纹指数（SCI）（8.4）均略高于2015年，但低于2014年和五年平均值，说明玉米的破碎风险与去年接近，但低于2014年和五年平均情况。
- 三个出口集中区中，南部铁路出口集中区的应激裂纹指数2016年、2015年、2014年和五年平均值均为最低。南部铁路出口集中区的应激裂纹率2016年和五年平均值亦均为最低。
- 2016年美国总体平均百粒重为35.20克，高于2015年、2014年和五年平均值。
- 2016年美国玉米总体平均颗粒体积为0.28cm<sup>3</sup>，高于2015年、2014年和五年平均值。而且与此前两年相比，2016年大颗粒玉米的占比更高。
- 太平洋西北出口集中区的平均颗粒体积和百粒重2016年、2015年、2014年和五年平均值在三个出口集中区中均为最低。
- 2016年美国总体平均颗粒真实密度为1.258g/cm<sup>3</sup>，高于2015年，与2014年接近，但低于五年平均值。过去六年来的趋势显示，蛋白质含量高的年份真实密度亦较高。
- 2016年颗粒真实密度在1.275 g/cm<sup>3</sup> 以上的分布比例说明2016年度的玉米颗粒比2015年和2014年更软。
- 所有出口集中区中，太平洋西北出口集中区的真实密度和容重2016年、2015年、2014年和五年平均值均为最低。
- 2016年美国总体平均完整颗粒为95.2%，高于2015年、2014年和五年平均值。
- 2016年完整颗粒的百分比高于2015年和2014年。相对较高的完整颗粒率和较低的应激裂纹率说明2016年的玉米作物应该能够耐受储存，不易破裂。
- 2016年美国玉米总体平均角质（硬）胚乳含量为79%，与2015年持平，低于2014年和五年平均值。角质胚乳含量的分布情况显示，2016年胚乳较软的玉米样本比例高于2015年和2014年。
- 角质胚乳和真实密度显示出相同的变化趋势，干旱年份，例如2012年，数值较高，高产年则数值较低，如2016年和2015年。





## 1. 应激裂纹

应激裂纹是玉米颗粒角质(硬)胚乳的内部裂缝。典型的有应激裂纹的玉米粒往往表皮(或外层)并无损伤,所以即使存在应激裂纹,第一眼看上去从玉米颗粒的外观上也难以察觉。

应激裂纹产生的原因是玉米粒角质胚乳中水分和温度变化所造成的积聚压力。这种现象可以类比为冰块投入到微温的饮品后产生的内部裂缝。内部压力在较软的、粉质的胚乳中积聚程度不及坚硬的角质胚乳;因此,角质胚乳含量较高的玉米粒与软一些的颗粒相比更可能产生应激裂纹。玉米颗粒的应激裂纹现象具有不同的严重程度,可能会有一条、两条或者多条裂纹。高温烘干使水分快速流失是导致应激裂纹产生的最常见原因。高应激裂纹对不同用途的影响包括:

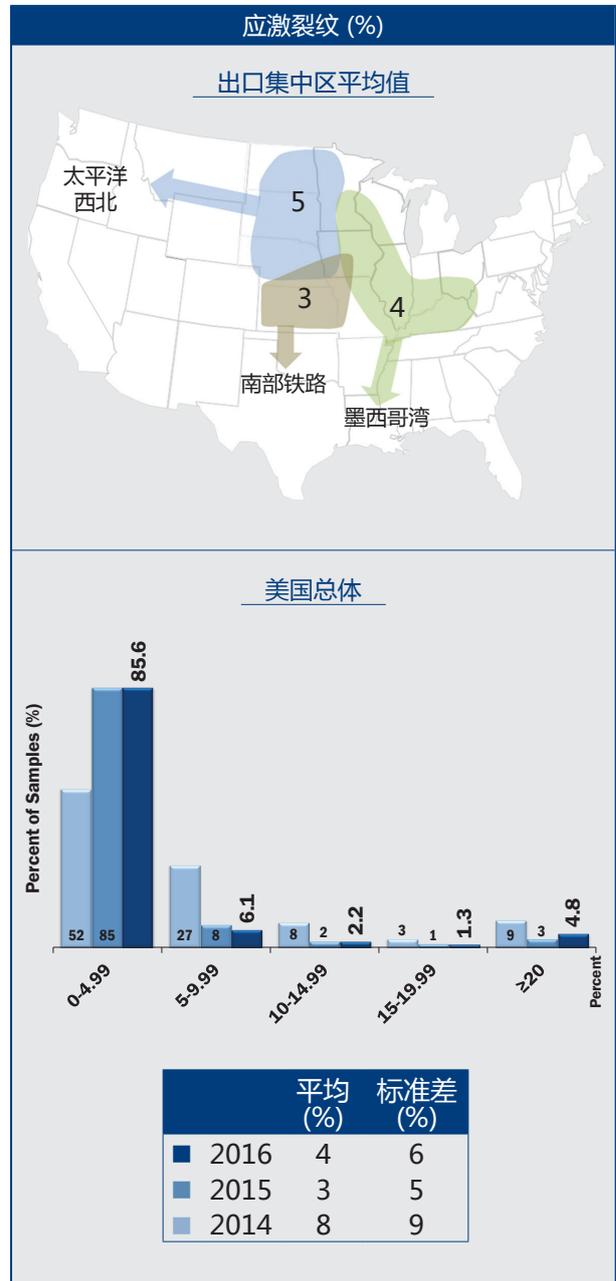
- 一般情况:会增加玉米在储运过程中的破裂风险,导致玉米破碎颗粒增多,需要在加工时的除杂工序中予以去除,并且可能会导致玉米的等级/价值降低。
- 湿磨加工:淀粉和蛋白质更难分离而造成淀粉出品率低。应激裂纹还可能会改变对浸泡工序的要求。
- 干磨加工:造成大粒玉米糝(许多干磨加工程序的主要产品)的出品率降低。
- 碱法蒸煮:使玉米吸水不均匀,造成过度蒸煮或蒸煮不足,影响加工程序的均衡性。
- 玉米生长条件会影响到作物成熟度、收割时机和对人工烘干的需求,从而也影响到不同地区的玉米产生应激裂纹

的程度。例如,因降雨推迟播种或者气温偏低等天气相关因素导致的晚熟或者晚收,会增加人工干燥的需要,从而也会增加产生应激裂纹的可能性。

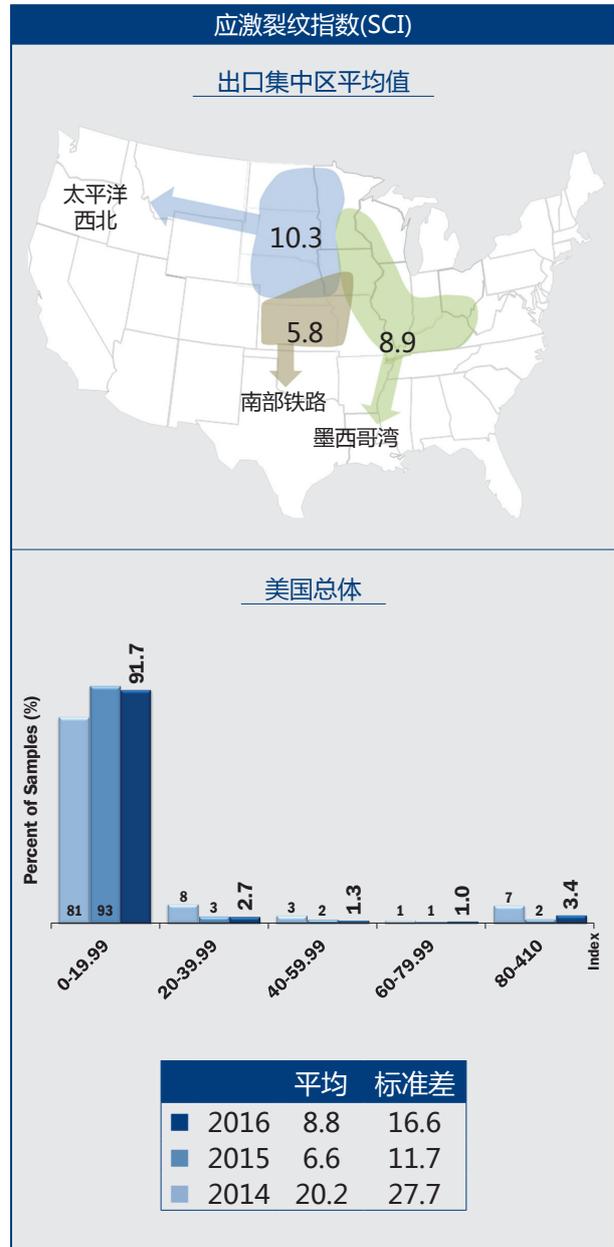
对应激裂纹现象的检测包括“应激裂纹”(至少有一条裂纹的玉米粒所占百分比)和应激裂纹指数(SCI),指一条、两条和多条裂纹的加权平均数。“应激裂纹”只检测有裂纹籽粒的数量,而应激裂纹指数则体现裂纹现象的严重程度。例如,如果一半的玉米颗粒只有一条裂纹,那么应激裂纹率为50%,而应激裂纹指数为50(50X1)。但如果所有有裂纹颗粒都有多条裂缝(两条以上),意味着在储运过程中出现问题的风险更大,“应激裂纹”依然为50%,但应激裂纹指数SCI则为250(50X5)。“应激裂纹”和应激裂纹指数的数值越低越好。应激裂纹问题严重的年份,应激裂纹指数的参考价值很大,因为高应激裂纹指数(可能为300到500)表明样本中有多条裂纹的颗粒比例很高。多条裂纹比单条裂纹对品质改变威胁更大。

结果

- 2016 年美国玉米总体平均应激裂纹为 4%，高于 2015 年（3%），但低于 2014 年的 8% 和五年平均值 5%。
- 2016 年美国总体应激裂纹标准差为 6%，高于 2015 年的 5%、低于 2014 年的 9%、与五年平均值 6% 持平。
- 2016 年应激裂纹发生率范围在 0 到 84% 之间，而 2015 年为 0 到 75%，2014 年为 0 到 100%。
- 2016 年应激裂纹在 10% 以下的样本多达 91.7%，与 2015 年的 93% 接近，高于 2014 年的 79%。2016 年应激裂纹在 20% 以上的样本比例也只有 4.8%，与 2015 年的 3% 接近，低于 2014 年的 9%。
- 应激裂纹的分布情况表明 2016 年的玉米破裂风险较低，与 2015 年情况接近。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的应激裂纹分别为 4%、5% 和 3%。在所有出口集中区中，南部铁路出口集中区的应激裂纹 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均为最低或与其他地区同为最低。
- 2016 年美国总体应激裂纹指数为 8.8，高于 2015 年（6.6），但低于 2014 年（20.2）和五年平均值（12.7）。
- 2016 年美国总体应激裂纹指数波动率（标准差为 16.6）高于 2015 年（11.7），但低于 2014 年（27.7）和五年平均值（18.9）。



- 2016 年应激裂纹指数分布范围为 0 到 268, 大于 2015 年 (0 到 180), 小于 2014 年 (0 到 400)。
- 所有 2016 年样本中的 94.4% 应激裂纹指数低于 40, 与 2015 年基本持平 (96%), 但高于 2014 年的 89%。2016 年仅有 3.4% 的样本应激裂纹指数高于 80, 而 2015 年有 2% 而 2014 年有 7%。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均应激裂纹指数分别为 8.9、10.3 和 5.8。
- 南部铁路出口集中区应激裂纹指数 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均最低。该地区的低应激裂纹指数可能与其所在的几个州田中干燥的条件较好有关。
- 2016 年, 高比例的作物具有接近 75% 良好到极佳的生长状况评级, 加之以良好的成熟度和籽粒饱满度, 收获时间提前以及有利的田中干燥条件, 玉米作物与湿润年份相比仅需极少的人工干燥工序, 因此 2016 年应激裂纹和应激裂纹指数均相对较低。

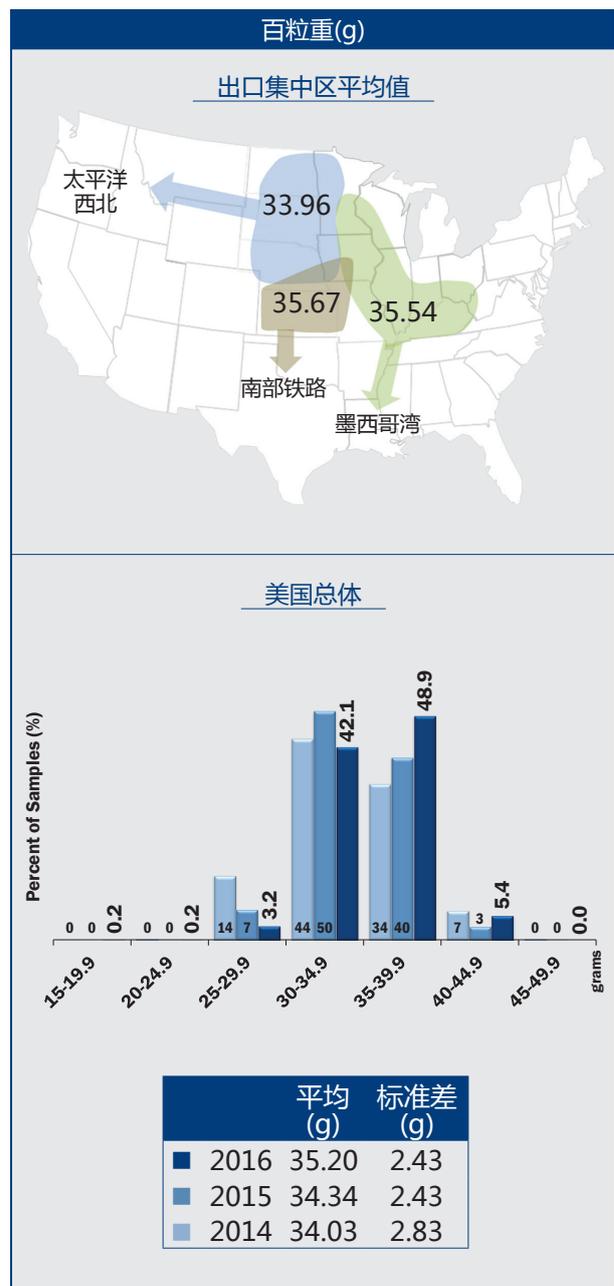


## 2. 百粒重

百粒重 (100-K) 的数值越大, 则玉米颗粒越大。颗粒大小影响烘干速率。颗粒越大, 则体积—表面积比越高, 该比值越高, 则烘干越慢。另外, 尺寸均匀的大颗粒玉米在干磨加工时玉米糝出品率更高。角质 (硬) 胚乳含量越高的玉米品种, 其颗粒重量通常也越大。

### 结果

- 2016 年美国玉米样本的总体平均百粒重为 35.20 克, 高于 2015 年的 34.34 克, 2014 年的 34.03 克和五年平均值 33.89 克。
- 2016 年美国总体百粒重波动率 (标准差为 2.43 克) 与 2015 年持平, 但小于 2014 年 (2.83 克) 和五年平均值 (2.71 克)。
- 2016 年百粒重范围为 18.91 克到 44.17 克, 大于 2015 年 (24.90 克到 45.64 克), 与 2014 年 (19.70 克到 46.30 克) 接近。
- 2016 年 54.3% 的玉米样本百粒重在 35 克之上, 2015 年则为 43%, 2014 年为 41%。这种分布结果说明 2016 年大颗粒玉米的比例高于此前两年。
- 太平洋西北出口集中区的平均百粒重最低, 为 33.96 克, 而墨西哥湾和南部铁路出口集中区则分别为 35.54 克和 35.67 克。太平洋西北出口集中区的百粒重 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均为最低。

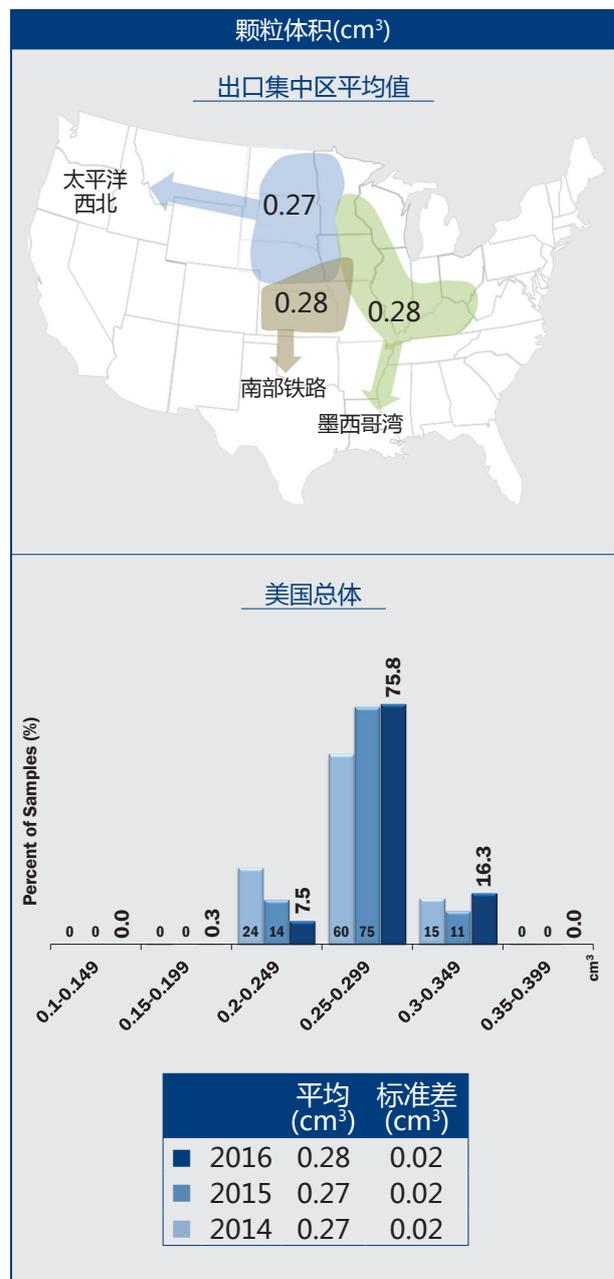


### 3. 颗粒体积

用立方厘米 (cm<sup>3</sup>) 为单位表示的玉米颗粒体积通常可反映作物的生长条件。在干燥的条件下, 颗粒可能会小于平均值。如果在生长期后期遭遇干旱, 颗粒可能不够饱满。小粒或圆粒玉米更难以去除胚芽。另外, 玉米颗粒小可能会导致在加工程序中的除杂步骤损耗更高, 纤维产出率也会更高。

#### 结果

- 2016 年美国玉米总体平均颗粒体积为 0.28 cm<sup>3</sup>, 高于 2015 年、2014 年和五年平均值 (均为 0.27 cm<sup>3</sup>)。
- 颗粒体积的波动率历年来始终保持稳定。美国总体颗粒体积标准差 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均为 0.02 cm<sup>3</sup>。
- 2016 年颗粒体积最大值和最小值之差为 0.18 cm<sup>3</sup>, 大于 2015 年的 0.15 cm<sup>3</sup>, 略小于 2014 年 (0.20 cm<sup>3</sup>)。
- 2016 年 92.1% 的样本颗粒体积等于或大于 0.25 cm<sup>3</sup>, 2015 年和 2014 年则分别为 86% 和 75%。颗粒体积分布情况表明 2016 年大颗粒玉米的比例高于此前两年。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均颗粒体积分别为 0.28c cm<sup>3</sup>、0.27 cm<sup>3</sup> 和 0.28 cm<sup>3</sup>。太平洋西北出口集中区的玉米颗粒体积 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均低于其他两个出口集中区。

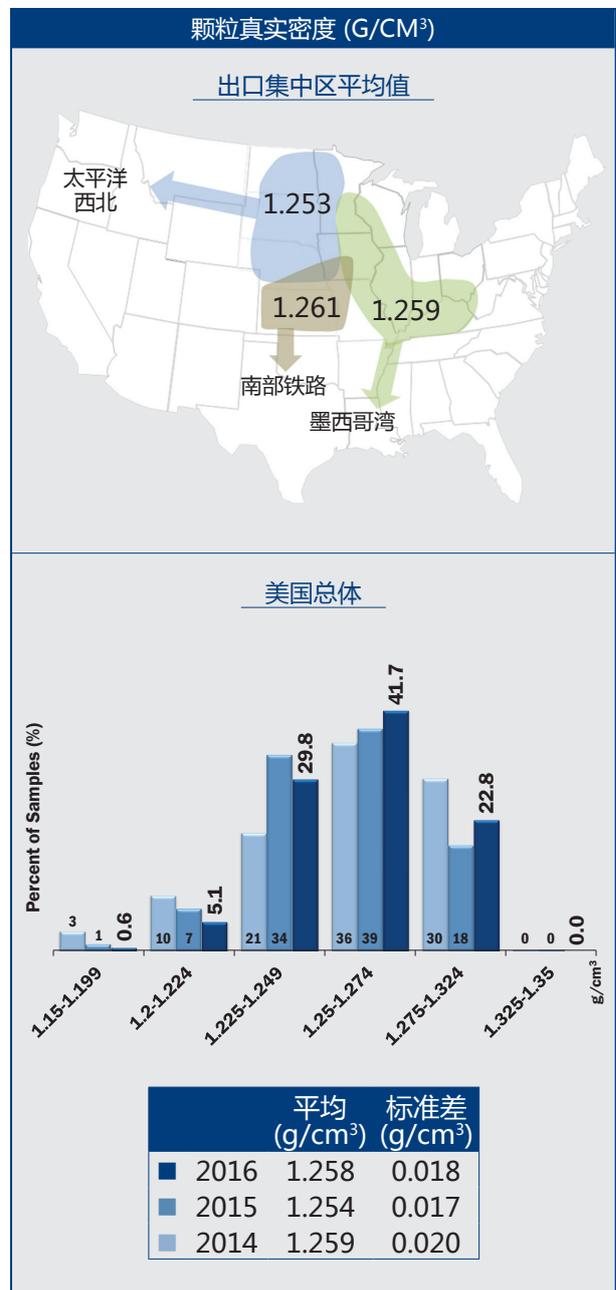


### 4. 颗粒真实密度

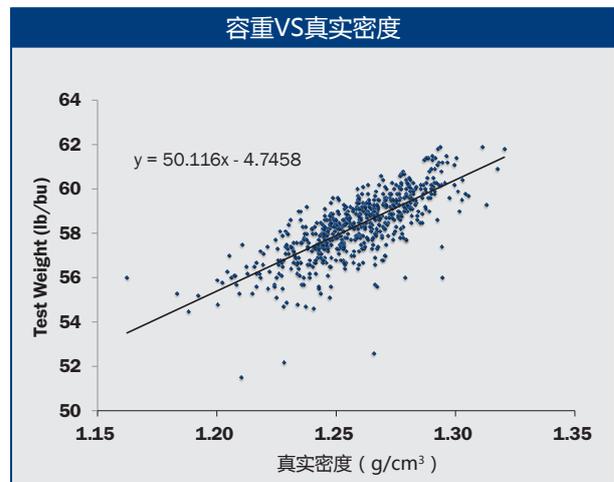
颗粒真实密度的计算方式是用百粒玉米的重量除以同一百粒玉米的体积,以克 / 立方厘米 (g/cm<sup>3</sup>) 表示。真实密度是反映籽粒硬度的相对指标,对碱法加工和干磨加工有参考价值。真实密度作为反映硬度的相关指标,可能会受到玉米品种的遗传基因和生长环境的影响。在储运过程中,真实密度较高的玉米往往比密度低的玉米更不易碎裂,但如经过高温烘干,密度高的玉米产生应激裂纹的风险更大。真实密度在 1.30g/cm<sup>3</sup> 之上说明玉米硬度很大,适用于干磨和碱法加工。真实密度在 1.275g/cm<sup>3</sup> 左右或更低的玉米往往较软,适合湿磨和饲料用途。

### 结果

- 2016 年,美国玉米总体平均真实密度为 1.258g/ cm<sup>3</sup>, 高于 2015 年 ( 1.254 g/cm<sup>3</sup> ), 低于 2014 年 ( 1.259g/ cm<sup>3</sup> ) 和五年平均值 ( 1.263g/ cm<sup>3</sup> ) 。
- 标准差反映的 2016 年玉米样本真实密度波动率为 0.018g/ cm<sup>3</sup>, 高于 2015 年 ( 0.017g/ cm<sup>3</sup> ), 但低于 2014 年的 0.020g/cm<sup>3</sup> 和五年平均值 0.019g/ cm<sup>3</sup> 。
- 2016 年真实密度的分布范围为 1.162g/ cm<sup>3</sup> 到 1.320 g/ cm<sup>3</sup>, 2015 年为 1.166/ cm<sup>3</sup> 到 1.327g/ cm<sup>3</sup>, 2014 年为 1.160g/ cm<sup>3</sup> 到 1.340g/ cm<sup>3</sup> 。
- 2016 年大约有 23% 的样本真实密度在 1.275g/cm<sup>3</sup> 以上。而在 2015 年和 2014 年, 则分别为 18% 和 30%。由于真实密度在 1.275g/ cm<sup>3</sup> 以上通常被认为是硬玉米而在此之下则为软玉米, 该分布结果说明 2016 年的玉米与 2015 年和 2014 年相比稍软。
- 2016 年墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的玉米颗粒真实密度分别为 1.259g/ cm<sup>3</sup>、1.253g/ cm<sup>3</sup> 和 1.261g/cm<sup>3</sup>。太平洋西北出口集中区的玉米真实密度和容重一样, 2016 年、2015 年、2014 年和五年平均值均低于其他出口集中区。



- 容重，也被称作容积密度，是基于能够装入一个夸特杯的实物量测算而来。如旁边图例所示，容重受到真实密度值的影响（相关系数为 0.75），也与水分含量、表皮损伤（完整颗粒）和颗粒破裂及其他因素相关。2016 年玉米样本的容重为 58.3lb/bu，与 2015 年的 58.2lb/bu 接近，高于 2014 年的 57.6lb/bu。



## 5. 完整颗粒

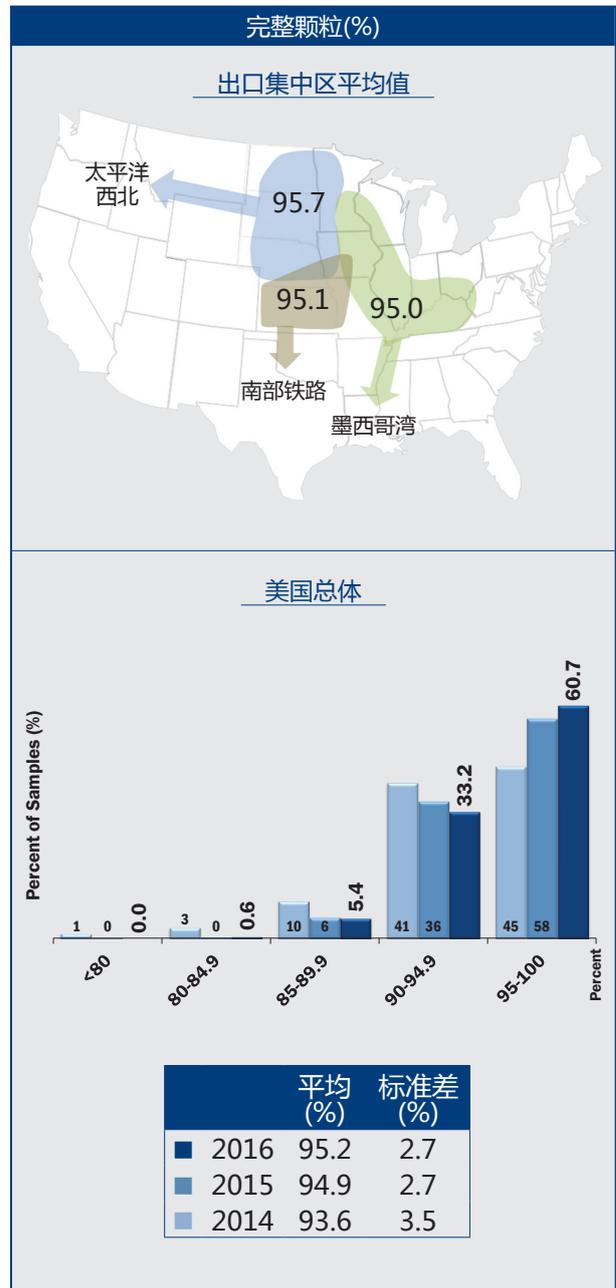
虽然这个名称暗示了完整颗粒和破碎玉米与杂质的对立关系，但实际上完整颗粒的检测传达的信息与破碎玉米与杂质检测中的破碎玉米部分有区别。破碎玉米仅根据材质的尺寸来定义。而完整颗粒，正如其名称的字面意思，表示无表皮损伤或颗粒缺损的籽粒在样本中的百分比。

有两个主要原因使得玉米颗粒外皮完整具有很高的的重要性。第一，它影响碱法蒸煮过程中的水分吸收。颗粒有缺口或表皮有裂纹，与完整颗粒相比，会使水分渗入更快。蒸煮过程中摄取过多水分会导致可溶物流失、蒸煮不均、代价昂贵的程序终止和/或产品不达标。一些公司甚至愿意支付溢价以求收到的玉米货物中完整颗粒比例在一定水平之上。

第二，完好无损的颗粒在储存过程中霉变和在运输中破碎的风险更小。尽管硬质胚乳的结构与更软的玉米相比能使更多的颗粒保持完整，但保证玉米交货时颗粒完整的主要因素在于收割时和储运过程的处理。从联合收割机的正确设置开始，之后从农场到终端用户所需运送系统的类型、运送次数和距离都有影响。所有后续的处理程序都会引起更多颗粒破碎。收割时水分含量偏高（例如，高于 25%）与水分较低的情形相比，会造成更多表皮损伤。

### 结果

- 2016 年，美国玉米总体平均完整颗粒率为 95.2%，高于 2015 年的 94.9% 和 2014 年的 93.6%，以及五年平均值 93.8%。
- 完整颗粒标准差为 2.7%，与 2015 年持平，但低于 2014 年的 3.5% 和五年平均值 3.4%。
- 2016 年完整颗粒的最大值和最小值之差为 19.4%，小于 2015 年 ( 21.4% ) 和 2014 年 ( 36.2% ) 。
- 2016 年 93.9% 的玉米样本完整颗粒比例超过 90%，2015 年该比例为 94%，2014 年为 86%。该结果说明 2016 年和 2015 年的完整颗粒比例高于 2014 年。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均完整颗粒分别为 95.0%，95.7% 和 95.1%。



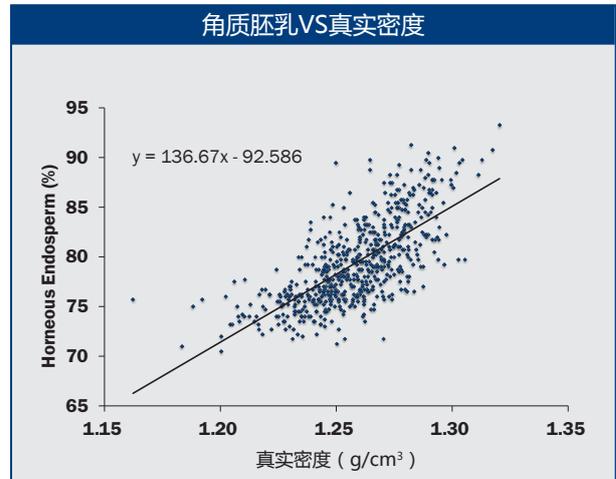
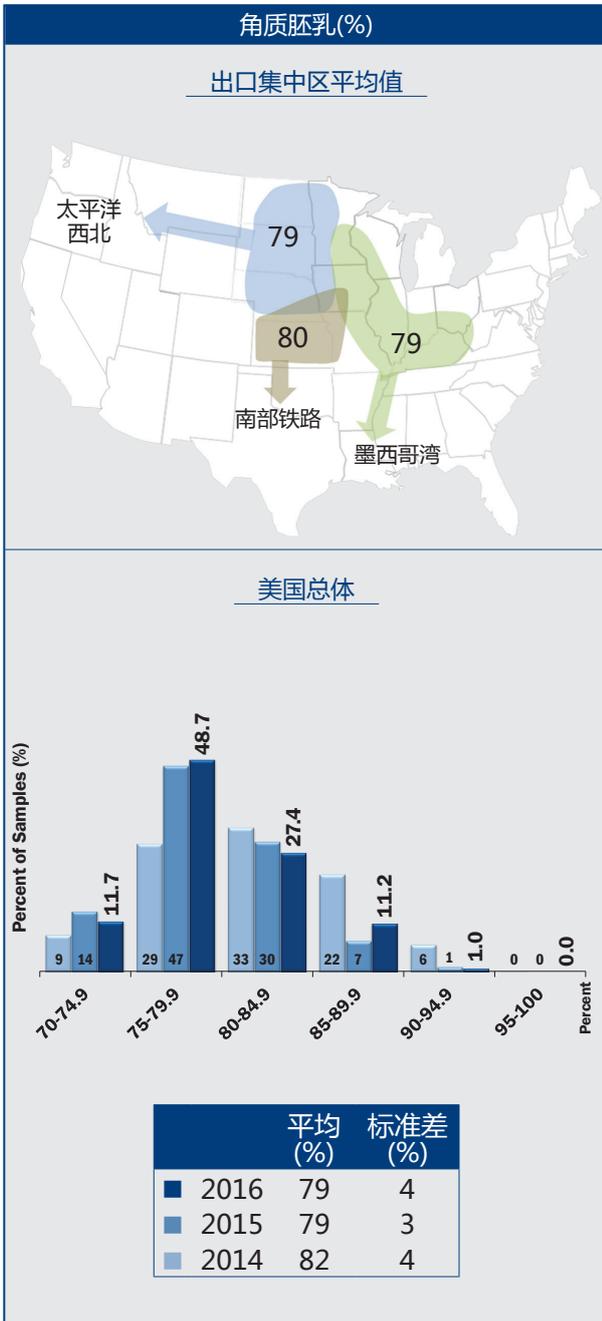
## 6. 角质（硬）胚乳

角质胚乳是衡量角质或硬质胚乳含量占胚乳总量的百分比，该值通常在 70% 到 100% 之间。角质胚乳相对于软质胚乳的含量越高，可以说玉米颗粒的硬度越大。硬度的重要性取决于加工类型。较硬的玉米适合干磨法，可以产出较多的玉米糝。中等和中等硬度玉米的适用于碱法蒸煮。硬度适中和软质玉米适用于湿法加工和牲畜饲养。

玉米硬度与破碎倾向、饲料利用率 / 效率和淀粉消化率相关。作为一项总体硬度的检测，角质胚乳的含量高低称不上孰好孰坏，不同的终端用户会对不同硬度范围的玉米有所偏好。许多从事干法加工和碱法蒸煮的用户喜欢角质胚乳超过 90% 的玉米，而从事湿法加工和牲畜饲养的用户往往更偏好角质胚乳含量在 70% 至 85% 之间的玉米。不过，用户的偏好也会有例外。

### 结果

- 2016 年，美国玉米总体平均角质胚乳含量为 79%，与 2015 年相同，低于 2014 年（82%）和五年平均值（83%）。
- 美国玉米总体角质胚乳含量标准差为 4%，高于 2015 年（3%），与 2014 年和五年平均值持平（均为 4%）。
- 2016 年角质胚乳含量范围（71% 到 93%）略低于 2015 年（71% 到 95%）和 2014 年（71% 到 97%）。
- 2016 年，60.4% 的样本角质胚乳含量在 80% 以下，与 2015 年的 61% 接近，远高于 2014 年的 38%。这种分布结果说明 2016 年和 2015 年胚乳较软的玉米样本比例比 2014 年更高。
- 墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的平均角质胚乳含量比较一致，三个地区平均值分别为 79%、79% 和 80%。
- 下页的图例反映了 2016 年玉米样本角质胚乳和真实密度之间的弱正相关（相关系数为 0.70）。
- 第二个图例反映过去六年来美国玉米总体角质胚乳和真实密度的平均值。图例显示美国总体角质胚乳含量随真实密度的增高而提高（相关系数 0.88）。因此，角质胚乳含量在平均真实密度较高的年份也相对较高。



**摘要：物理指标**

	2016年玉米收获					2015年玉米收获			2014年玉米收获			五年平均值	
	样本数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	最小值	最大值	样本数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	样本数 <sup>1</sup>	平均值	标准差	平均值	标准差
<b>美国总体</b>													
应激裂纹 (%) <sup>2</sup>	624	4	6	0	84	620	3	5	629	8*	9	5	6
应激裂纹指数 <sup>2</sup>	624	8.8	16.6	0	268	620	6.6*	11.7	629	20.2*	27.7	12.7	18.9
百粒重 (g)	624	35.20	2.43	18.91	44.17	620	34.34*	2.43	629	34.03*	2.83	33.89	2.71
颗粒体积(cm <sup>3</sup> )	624	0.28	0.02	0.16	0.34	620	0.27*	0.02	629	0.27*	0.02	0.27	0.02
真实密度 (g/m <sup>3</sup> )	624	1.258	0.018	1.162	1.320	620	1.254*	0.017	629	1.259	0.020	1.263	0.019
完整颗粒 (%)	624	95.2	2.7	80.6	100.0	620	94.9	2.7	629	93.6*	3.5	93.8	3.4
角质胚乳 (%)	624	79	4	71	93	620	79	3	629	82*	4	83	4
<b>墨西哥湾出口集中区</b>													
应激裂纹 (%)	612	4	6	0	84	577	3	5	583	9*	10	6	7
应激裂纹指数 <sup>2</sup>	612	8.9	17.6	0	268	577	7.0*	12.4	583	24.1*	33.3	13.8	21.4
百粒重 (g)	612	35.54	2.49	18.91	44.17	577	34.64*	2.47	583	34.88*	2.90	34.41	2.74
颗粒体积(cm <sup>3</sup> )	612	0.28	0.02	0.16	0.34	577	0.28*	0.02	583	0.28*	0.02	0.27	0.02
真实密度 (g/m <sup>3</sup> )	612	1.259	0.018	1.162	1.320	577	1.255*	0.017	583	1.262*	0.020	1.265	0.019
完整颗粒 (%)	612	95.0	2.7	80.6	100.0	577	95.0	2.8	583	93.8*	3.3	93.9	3.5
角质胚乳 (%)	612	79	4	71	93	577	79	3	583	82*	4	83	4
<b>太平洋西北出口集中区</b>													
应激裂纹 (%)	301	5	7	0	84	329	3*	4	262	6*	6	5	5
应激裂纹指数 <sup>2</sup>	301	10.3	17.5	0	268	329	6.6*	11.9	262	12.8	17.1	12.1	15.6
百粒重 (g)	301	33.96	2.21	23.98	44.17	329	33.08*	2.29	262	30.92*	2.57	31.93	2.53
颗粒体积(cm <sup>3</sup> )	301	0.27	0.02	0.19	0.34	329	0.26*	0.02	262	0.25*	0.02	0.25	0.02
真实密度 (g/m <sup>3</sup> )	301	1.253	0.016	1.162	1.317	329	1.249*	0.017	262	1.246*	0.021	1.253	0.019
完整颗粒 (%)	301	95.7	2.7	84.4	100.0	329	94.8*	2.6	262	92.5*	4.4	93.5	3.5
角质胚乳 (%)	301	79	3	71	91	329	79*	3	262	81*	4	82	4
<b>南部铁路出口集中区</b>													
应激裂纹 (%)	395	3	4	0	62	402	3	3	371	6*	6	4	4
应激裂纹指数 <sup>2</sup>	395	5.8	11.0	0	205	402	4.7	8.2	371	11.4*	15.3	7.6	10.7
百粒重 (g)	395	35.67	2.50	25.93	44.17	402	35.09*	2.49	371	34.47*	2.83	34.21	2.81
颗粒体积(cm <sup>3</sup> )	395	0.28	0.02	0.21	0.34	402	0.28*	0.02	371	0.27*	0.02	0.27	0.02
真实密度 (g/m <sup>3</sup> )	395	1.261	0.018	1.183	1.317	402	1.255*	0.017	371	1.263	0.019	1.267	0.018
完整颗粒 (%)	395	95.1	2.6	84.4	100.0	402	94.9	2.8	371	93.9*	3.2	93.8	3.2
角质胚乳 (%)	395	80	4	71	91	402	79*	3	371	82*	4	83	4

\*数据显示2015年的平均值与2016年有显著差异，2014年的平均值与2016年有显著差异，统计是基于双尾T检验，可信度为95%。

<sup>1</sup>由于各出口集中区的检测结果是复合统计值，三个出口集中区样本数之和高于美国总体

<sup>2</sup>预测收获总体平均值的相对公差超过±10%。

## E. 霉菌毒素

霉菌毒素是由谷物中自然存在的真菌所引起有毒化合物。人和动物摄入较高浓度的霉菌毒素会导致疾病。在玉米谷物中已发现好几种霉菌毒素，其中最主要的两种是黄曲霉毒素和 DON (呕吐毒素或脱氧雪腐镰刀菌烯醇)。

2016 年收获质量报告同此前几份一样，对收获的玉米样本中黄曲霉毒素和呕吐毒素进行了检测。由于霉菌毒素的产生受生长环境的影响很大，我们的收获质量报告严格遵循在玉米作物中黄曲霉毒素和呕吐毒素凡有检出必报告的原则。霉菌毒素的具体水平并不进行报告。

收获质量报告中对霉菌毒素情况的总结并无预测美国出口的玉米中霉菌毒素的存在或其含量水平的意图。由于美国玉米的营销渠道中有多个环节，以及受到玉米行业相关法律法规的约束，玉米在出口时的霉菌毒素水平可能会比刚从田间收割时还低。另外，本报告并无意表明评估结果囊括了调查涉及到的 12 个州或三个出口集中区所有检出霉菌毒素的个例。本收获质量报告的调查结果仅应被当作新收获的玉米存在霉菌毒素可能性的参考指标。因为美国谷物协会已经积累了几年的收获质量报告，从中可以反映出玉米中霉菌毒素存在情况的历年动态。2016/17 年美国谷物协会出口玉米货物质量报告会报告出口地点的玉米品质，将更准确地反映美国 2016/17 出口玉米发货时的霉菌毒素情况。



## 评估黄曲霉毒素和呕吐毒素存在的情况

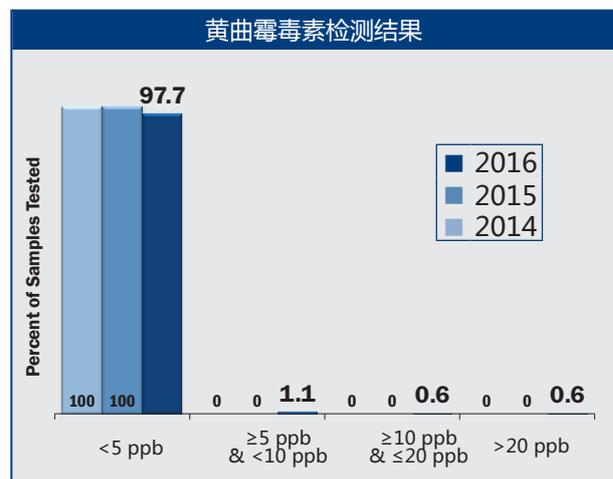
我们按比例收集和检测了来自所有采样地区的不少于 600 份目标样本的至少 25%，用以评估 2016 年作物生长条件对美国玉米中总黄曲霉毒素和呕吐毒素滋生的影响。运用在本报告“调查统计分析方法”部分阐述的样本选取原则，177 份样本成为检测霉菌毒素的目标。

美国农业部 (USDA) 谷物监察机构 (FGIS) 确立了一个“较低一致性标准水平” (LCL) 的门限，以确定样本中发现的霉菌毒素是否达到可检出水平。应用于 FGIS 批准的检测分析工具的“较低一致性标准”，也是这份 2016/2017 年度报告采用的限值，黄曲霉毒素为每 10 亿分之 5 (即 5 ppb)，呕吐毒素为百万分之 0.5 (即 0.3ppm)。FGIS 最低一致性标准的数值高于检测工具制造商规定的霉菌毒素 2.5ppb 和呕吐毒素 0.3ppm 的检出限值 (LOD)。本报告中检测霉菌毒素所使用的具体方法详见“检测分析方法”部分。

## 结果：黄曲霉毒素

2016 年，共计 177 份样本进行了黄曲霉毒素检测分析，2015 年和 2014 年检测的样本份数则分别为 185 份和 182 份。2016 年调查结果如下：

- 173 份样本，或者说 177 份检测样本中的 97.7%，未检出黄曲霉毒素（低于 FGIS 5 ppb 的最低一致性标准）。结果略低于 2015 年和 2014 年，这两年所有样本的霉菌毒素均未达到检出水平。
- 两份样本，或者说 177 份样本的 1.1%，黄曲霉毒素水平等于或高于 5 ppb，但低于 10 ppb。
- 一份样本，或者说 177 份样本的 0.6%，黄曲霉毒素检出值等于或高于 10 ppb，但低于或等于 FDA 的最高限量 20 ppb。
- 一份样本，或者说 177 份样本的 0.6%，黄曲霉毒素水平等于或高于 20 ppb 的 FDA 最高限量。
- 这些结果表明，2016 年的 176 份样本，或者说 177 份检测样本的 99.4%，检测值在 FDA 最高限量 20ppb 之下，而 2015 年和 2014 年均均为 100%。
- 尽管 2016 年作物的黄曲霉毒素检出值低于 FGIS 的较低一致性标准 5.0 ppb 的样本比例与 2015 年和 2014 年的调查结果相比略低，但检出值低于较低一致性标准的样本比例依然很高，部分可归因为 2016 年的天气条件比较有利（2016 年生长条件的详情见本报告“作物和天气条件”部分）。2016 年多数种植地区在授粉期和灌浆期降水较为丰沛，因此玉米植株没有遭遇恶劣环境影响。

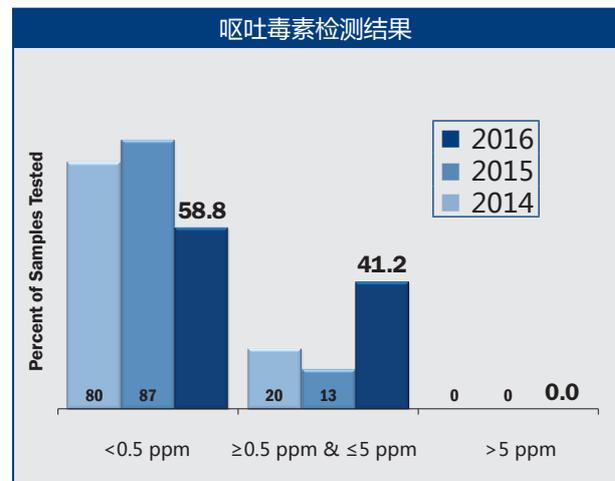


## 结果: DON (脱氧雪腐镰刀菌烯醇或呕吐毒素)

2016 年共计 177 份样本进行了呕吐毒素分析, 2015 年和 2014 年进行此项检测的样本数量分别是 185 份和 182 份。以下为 2016 年的调查结果:

- 104 份样本, 或者说 177 份检测样本中的 58.8%, 未检出呕吐毒素 (检测值低于 FGIS 的较低一致性标准 0.5 ppm)。
- 2016 年检出值低于 0.5 ppm 的样本比例 (58.8%) 低于 2015 年 (87%) 和 2014 年 (80%)。
- 73 份样本, 或者说 177 份样本中的 41.2%, 呕吐毒素检出值在 0.5 ppm 或以上, 但低于 5ppm 的 FDA 建议限量。
- 177 份样本的全部, 或者说 100% 的样本, 呕吐毒素检出值等于或低于 5ppm 的 FDA 建议限量, 与 2015 年和 2014 年情况相同。
- 虽然 2016 年、2015 年和 2014 年所有送检样本的检测

值均低于 5 ppm, 2016 年检出值在 0.5ppm 以下的样本百分比与 2015 年和 2014 年相比有所下降, 可能是因为 2016 年较湿润天气条件更容易导致呕吐毒素滋生。



## 背景：概况

真菌导致霉菌毒素滋生的程度受到真菌类型和玉米出产和储存环境条件的影响。由于这些差异，美国各玉米产地不同季节霉菌毒素滋生的情况亦各不相同。有些年份，玉米产地的生长条件可能不会导致霉菌毒素水平增高。而另外一些年份，特定地区的环境条件可能会导致特定类型的霉菌毒素情况严重到影响玉米作为人或动物食物的用途。人体和牲畜对霉菌毒素的敏感性程度不同，所以美国食品和药品管理局（FDA）颁布了不同用途的谷物黄曲霉毒素的最高限量和呕吐毒素的建议限量。

**最高限量**是指感染程度达到使管理机构准备采取执法行动的精确限量。最高限量是向行业传递的信号，表示如毒素或感染物的水平超过限量，FDA 可在其确信的科学数据支持下选择对此采取执法或诉讼行动。如果用有效方法对美国本土或进口的饲料添加剂进行分析，发现毒素含量超过适用的最高限量，将被认定为伪劣产品，FDA 可将其查获并从州际商贸活动准入名单中除名。

**建议限量**就食品和饲料中某种物质的含量水平向相关行业提供指导，FDA 相信该限量能为保护人畜健康提供足够的安全空间。美国食品药品监督管理局会保留采取强制执行行为的权利，不过执法行为并不是设定建议限量的根本目的。

更多信息参见国家谷物饲料协会（NGFA）标题为“FDA 霉菌毒素监管指导”的指导性文件中。

网页链接为：<http://www.ngfa.org/wp-content/uploads/NGFAComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf>。

## 背景：黄曲霉毒素

与玉米相关的最主要的霉菌毒素是黄曲霉毒素。不同类型的曲霉属菌会导致不同类型的黄曲霉毒素，其中最典型的是黄曲霉。真菌的生长和谷物的黄曲霉毒素感染可发生于收割之前的田地中或储存过程中。不过，多数与黄曲霉毒素相关的问题被认为与收割前发生的感染有关。炎热干燥的环境条件或者持续较长时间的干旱均会助长黄曲霉的滋生。在炎热干燥的天气较常见的美国南部，黄曲菌可能带

来严重问题。真菌通常侵袭玉米穗上的几个颗粒，然后往往会通过昆虫造成的损伤进入颗粒。在干旱环境下，也会通过玉米丝侵入个别颗粒。

食物中自然滋生的黄曲霉毒素有 4 种—黄曲霉毒素 B1、B2、G1 和 G2，这四种黄曲霉毒素统称为“黄曲霉毒素”或“总黄曲霉毒素”。黄曲霉毒素 B1 在食物和饲料中最常见，也是毒性最强的。研究表明黄曲霉毒素 B1 是动物体内自然

生成的强力致癌物，与人类罹患癌症密切相关。另外，奶牛会将黄曲霉毒素代谢成另外一种形式的黄曲霉毒素，称为黄曲霉毒素 M1，可能在牛奶中沉积。

黄曲霉毒素对于人和动物的毒性主要表现在侵害肝脏。短期内食用被黄曲霉毒素严重感染的谷物或长期摄入低浓度的黄曲霉毒素都会发生中毒，可能会导致对此毒素最敏感的家禽死亡。牲畜摄入黄曲霉毒素的后果可能是饲料吸收率和繁殖率降低，而人和动物摄入黄曲霉毒素还会使免疫系统受到抑制。

FDA 已设定了人类食用的牛奶中 M1 黄曲霉毒素及人类食用的食品、谷物和畜禽饲料中黄曲霉毒素的最高限量。

(见下表)。

FDA 进一步制定了关于将黄曲霉毒素超标的玉米掺入正常玉米的政策法规。一般来说，FDA 目前不允许将受到黄曲霉毒素污染的玉米掺入未受污染的玉米以将黄曲霉毒素的总含量降到适合做人类食物和牲畜饲料的水平。

根据联邦法律，美国出口的玉米必须检测黄曲霉毒素。除非合同免除了此项要求，否则检测必须由联邦谷物检验局 (FGIS) 进行。超过 20ppb 的 FDA 最高限量的玉米不得出口，除非符合其他严格的条件。正因为如此，出口玉米的黄曲霉毒素含量水平相对较低。

黄曲霉毒素最高限值	适用标准
0.5 ppb (黄曲霉毒素 M1)	用于人类食用的牛奶
20 ppb	用于动物幼崽 (包括禽类幼崽) 及产奶动物或未知动物饲料的玉米和其他谷物
20 ppb	除玉米和棉籽粕之外的动物饲料
100 ppb	用于育种肉牛、种猪或成年禽类饲料的玉米及其他谷物
200 ppb	用于100磅以上的育肥猪饲料的玉米和其他谷物
300 ppb	用于育肥 (如育肥场) 肉牛饲料的玉米和其他谷物，以及用于肉牛、猪或家禽的棉籽粕

Source: FDA and USDA GIPSA, <http://www.gipsa.usda.gov/Publications/fgis/broch/b-aflatox.pdf>

## 背景：DON（脱氧雪腐镰刀菌烯醇或呕吐毒素）

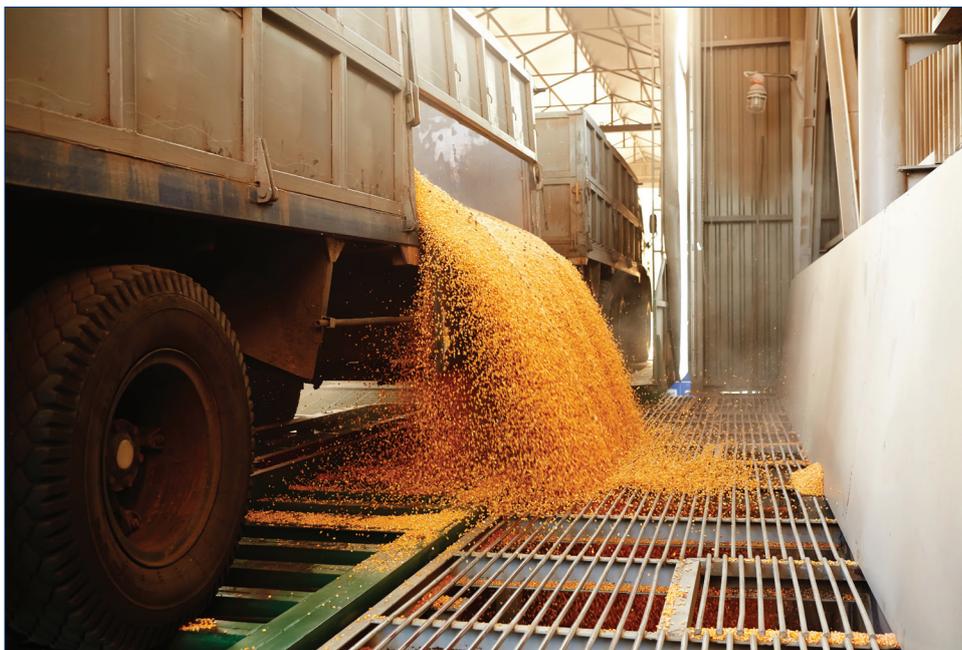
呕吐毒素是另一种令玉米进口商担忧的霉菌毒素。它由某些类型的镰刀菌属引起，其中最主要的是禾谷镰刀菌（赤霉菌），这种霉菌也是赤穗腐病的罪魁祸首。赤霉菌容易在开花阶段遭遇低温天气或温和但潮湿的天气时滋生。这种真菌通过玉米丝向下侵害到玉米穗，而且除产生呕吐毒素外，还会导致玉米穗的颗粒变成显眼的红色。真菌会在仍生长在田地里的玉米中持续繁殖导致玉米穗腐烂。赤霉菌导致的玉米霉菌毒素感染与收获延误过久和 / 或高水分玉米的储存有关。

呕吐毒素对于单胃动物危害最大，会引起口部或咽喉发炎疼痛，动物会因此拒绝采食感染呕吐毒素的玉米，并可能导致体重增长缓慢、腹泻、嗜睡或肠道出血。呕吐毒素还会抑制免疫系统，使动物易患多种传染性疾病。

FDA 已颁布了呕吐毒素的建议限量。对含玉米的产品，建议水平如下：

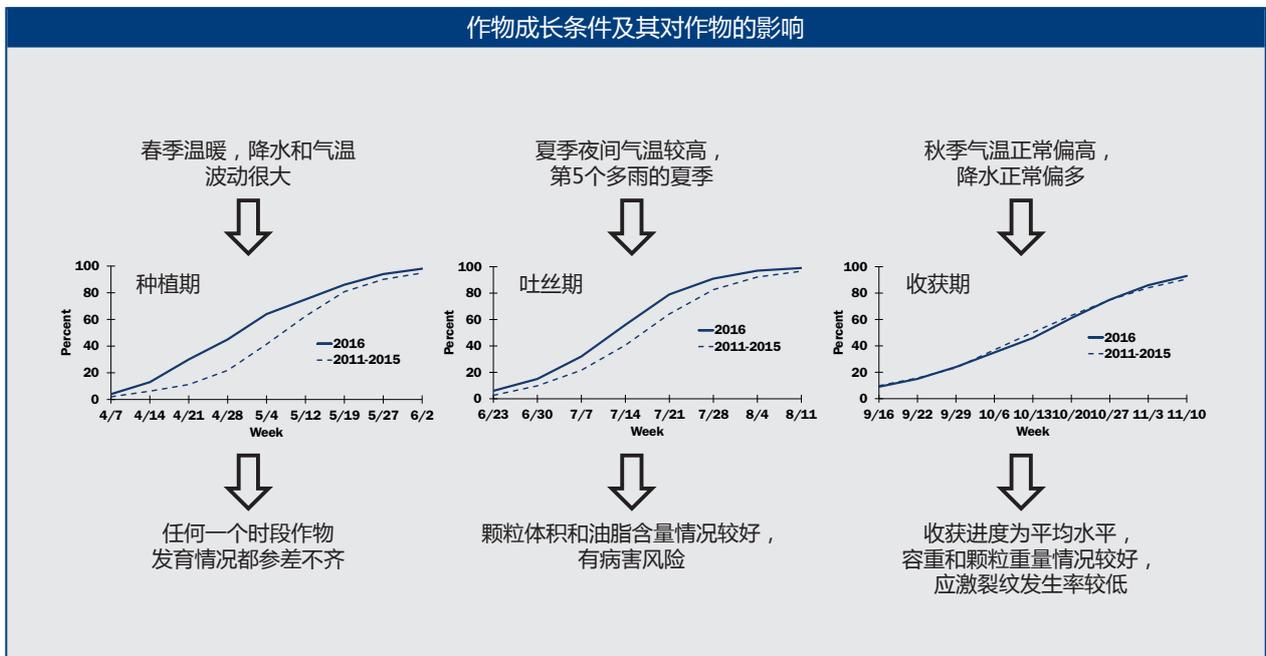
- 猪饲料中呕吐毒素含量为 5 ppm 的玉米和玉米副产品不能超过饲料配方的 20%
- 鸡和牛饲料中呕吐毒素含量为 10 ppm 的玉米和玉米副产品不能超过饲料配方的 50%
- 所有其他动物饲料中含呕吐毒素含量为 5 ppm 的玉米和玉米副产品不能超过饲料配方的 40%。

联邦谷物检验局 (FGIS) 不要求对用于出口的玉米进行呕吐毒素检测，但可以应买家要求进行呕吐毒素的定性或者定量检测。



## A.2016 年收获要点

- 天气对于玉米播种过程和生长条件及谷物田中发育起着很重要的作用，这些因素会影响到玉米的单产和品质。总的来说，2016 年的特点是营养生长期（萌芽期和授粉期之间的阶段）温暖干燥，随后是温暖湿润的灌浆期和收获期。本年作物与 2014 年接近，繁殖生长期（从吐丝期到生理性成熟之间的阶段）作物条件评级<sup>1</sup>在五年中为最佳。作物单产极高，且与 2014 年作物相比，容重和油脂含量更高，应激裂纹更少。2016 年生育期的重要事件包括：
  - 春季气温和降雨量波动很大。
  - 总体来说春季天气温暖，伴随着各地迥异的气温和降水量，导致苗期延长，平均来说，出苗时间仍比五年平均情况早。
  - 营养生长阶段的天气温暖干燥，促成了作物快速生长且长势良好。
  - 繁殖生长期降水较多，夜间温暖，为真菌滋生的可能性创造了条件。
  - 较高的气温加速了作物成熟；多雨的地区，尤其是墨西哥湾出口集中区，收获延迟。
  - 总的来说，2016 年的天气条件带来了高单产，以及较高的平均容重值和油脂含量。
- 下面的部分描述了 2016 年生育期的天气条件对美国玉米种植带的玉米单产和谷物质量的影响。



<sup>1</sup>美国农业部在谷物的生育周期每周对作物进行评级。评级基于预期单产潜力、作物所遭受的各种因素的外力影响，包括极端气温、降雨过多或不足、病害、虫害和/或农田杂草。

## B. 播种和早期生长条件

四月温暖潮湿的天气导致播种时间差异很大

影响玉米单产和品质的天气因素包括降水量和玉米播种前和生育期的气温。这些天气因素与玉米品种及土壤的肥沃情况相互作用。谷物单产为每英亩土地生长棵数、每棵玉米出产颗粒数以及每个颗粒重量的乘积。播种时寒冷或潮湿的天气会导致单位面积的土地生长棵数减少，或妨碍作物生长，导致单产低。种植时节和早期生长阶段天气稍为干燥是有好处的，因为可以促使根系向更深处延展，有助于生长后期更好地吸取水分。

总的来说，在美国几乎所有地区，2016年的春季比往年更温暖。不过，四月比正常情况降水更多，尤其是太平洋西北和南部铁路出口集中区，导致播种和出苗期延长。

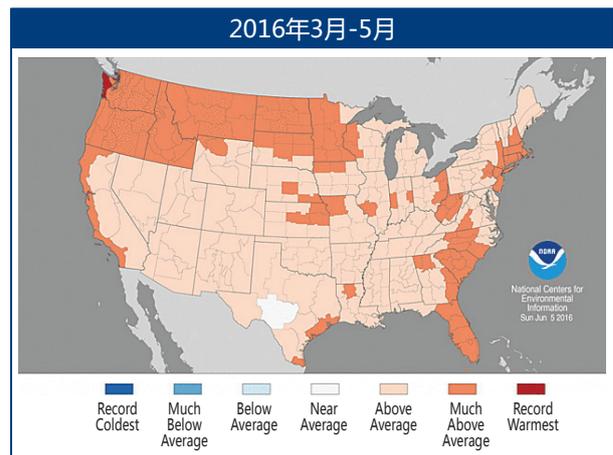
在太平洋西北出口集中区，三月的气温相对较高，之后四月的气温正常，而五月气温比平时更低。四月的降水量高于正常情况，导致很多地区播种延迟，播种早晚状况参差不齐。

墨西哥湾出口集中区的大部分地区降水量正常，但春季月份气温高于往年平均情况。密西西比河以西的很多地区比往年气温更高降水亦更少，导致播种提前，尤其是密苏里州。

南部铁路出口集中区天气温暖，但是春季遭遇了122年来第五高降水量，导致该地区中北部和东北部玉米播种延迟。

区域平均气温示意图

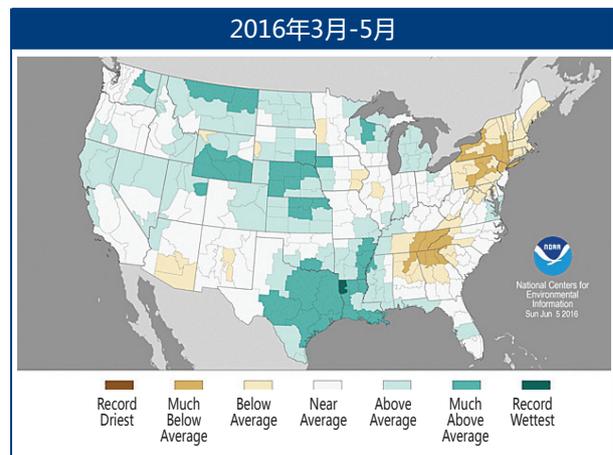
(时期: 1895-2016)



来源：地区天气中心

区域降水量示意图

(日期: 1895-2016)



来源：地区天气中心

## C. 授粉和灌浆期条件

潮湿、温暖的夏季有利于高单产

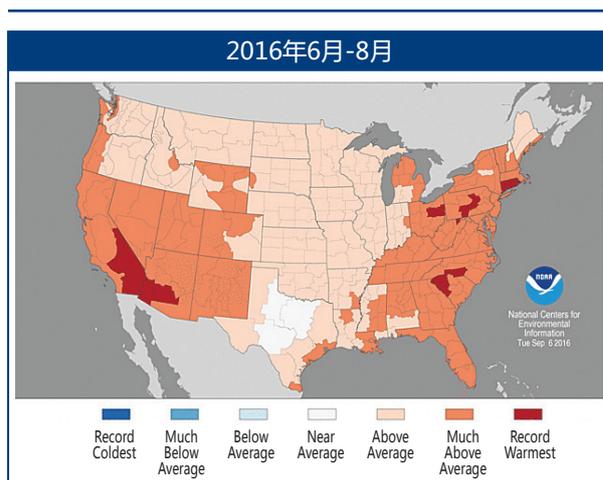
玉米授粉通常是在七月，而且在授粉时期，气温较高或降雨较少会影响籽粒数量。七月和八月谷物灌浆期的天气条件对玉米各种成分的最终构成十分关键。这段时间内，适量的降雨和低于平均水平的气温，特别是夜间气温，会促进淀粉和油脂聚集并能提高单产。灌浆期的第二阶段（八月到九月）适量的降雨和温暖的天气还有助于光合作用和氮的摄取。氮元素也会在灌浆期从叶面向籽粒调动，增加谷物的蛋白质和硬质胚乳含量。

2016年，所有出口集中区都从十分潮湿的苗期过渡到了非常干燥的营养生长期，之后是灌浆期丰沛的降雨。六月，温暖干燥的天气条件有利于植物快速生长和氮肥的摄取，为作物创造了70%到75%良好到极佳的生长条件评级，并一直持续到后期，与2014年作物状况接近。墨西哥湾和南部铁路出口集中区夏季高于平常的气温，再加上多数情况夜间较温暖，导致作物在灌浆期的淀粉聚集受到影响。

一般认为授粉前干燥的天气加上授粉后三个星期内较多的降雨容易引起玉米穗茎腐病真菌感染，这种病害会导致玉米颗粒变轻，穗轴腐伤，破碎玉米与杂质也可能增多。2016年全美国都有适合穗腐病滋生的条件，尤其是太平洋西北和墨西哥湾

区域平均气温示意图

(时期: 1895-2016)



来源：地区天气中心

出口集中区，不同品种的玉米抵抗病害的能力各不相同，穗腐病对牲畜并无任何已知的毒害作用。

在太平洋西北地区，六月温度很高（100年来高温纪录前十名之内），而七月的气温较正常，之后西部地区经历了气温较低的八月。总体来说，六月干燥，降雨及时，有利于授粉，夏季的剩余天数，某些地区有旱情，而局部地区有强降雨，导致谷物质量的波动率比往年更大。

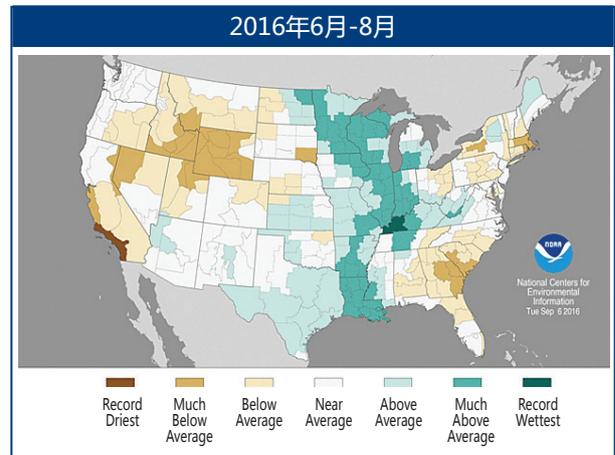
墨西哥湾出口集中区经历了强降雨，降水量为历史第五高，但稍逊于2015年。由于露点温度较高，暖夜在墨西哥湾出口

集中区的灌浆期比较常见，可能限制了淀粉最大程度地聚集。

总的来说，南部铁路出口集中区六月异常干旱(1885年-2016年间旱情排第10位)和温暖(自1896年以来第十高温)。南部铁路出口集中区的西部地区气温接近往年平均情况，南部地区降雨多于以往。整个南部铁路出口集中区的灌浆期夜间温度都较高且降雨较多。这样的天气条件导致油脂含量高于往年。

区域降水量示意图

(时期: 1895-2016)



来源：地区天气中心

## D. 收获条件

普遍的温暖天气加速了作物成熟，但收获进度正常

生长季节末期，谷物的脱水情况取决于光照、温度、湿度和土壤含水量。温暖晴朗和干燥的天气能使玉米有效地脱水而对品质产生最小的不利影响。另一个与生长季节末期相关的因素是霜冻天气。在玉米有效脱水前过早的霜冻会导致低单产、容重降低和/或产生应激裂纹。还有，如果收割过早，潮湿的谷物与干燥的谷物相比，破碎的风险更大。

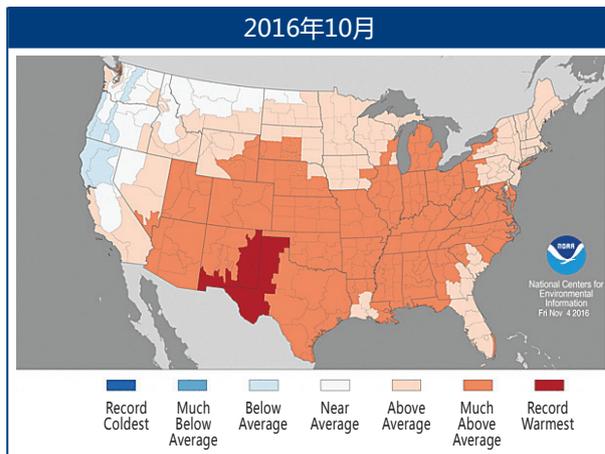
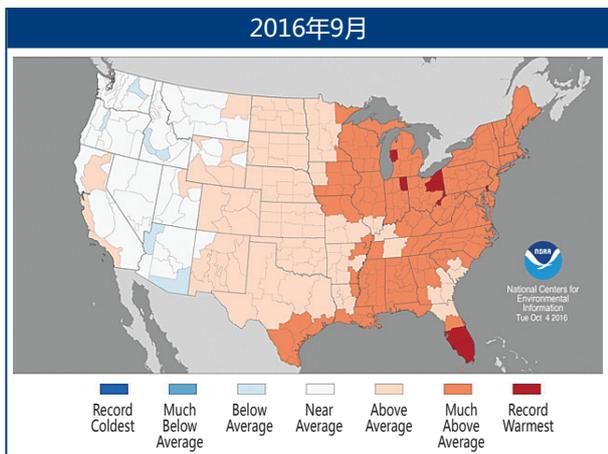
80%的美国玉米通常在十月底收获。尽管今年的作物提前成熟，降雨却耽误了收获时机。总的来说，尽管9月和10月降水较多，收获进度仍与五年平均情况接近，干燥地区的收获更早一些。没有发生导致谷物产生裂纹或生长后期病害等收获问题的大面积早霜。

镰刀菌引起的穗腐病(赤穗腐病)是由授粉之后低温潮湿的天气状况导致的，2016年并未遭遇此状况。镰刀菌导致的霉菌毒素DON(呕吐毒素)通常与收割延误或将高水分含量玉米进行储存有关。墨西哥湾和太平洋西北出口集中区的局部地区在收获期降雨不断，导致个别地区的玉米水分含量较高。总的来说，2016年的收获期延续时间超出平均情况，较早收获的谷物将进行干燥以防未来病害传播。

另外，黄曲霉毒素的滋生与炎热少雨和干旱的状况相关。尽管玉米种植地带的中部大部分地区较温暖，但气温极高的天数较少，植株并未遭受干旱损害。因此，从天气条件看，今年霉菌毒素将不会成为严重问题。

区域平均气温示意图

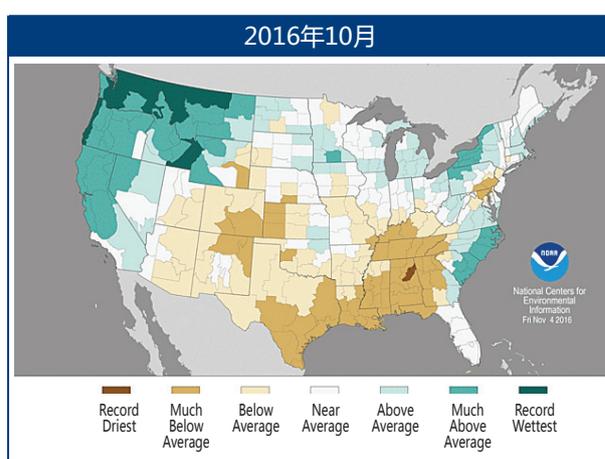
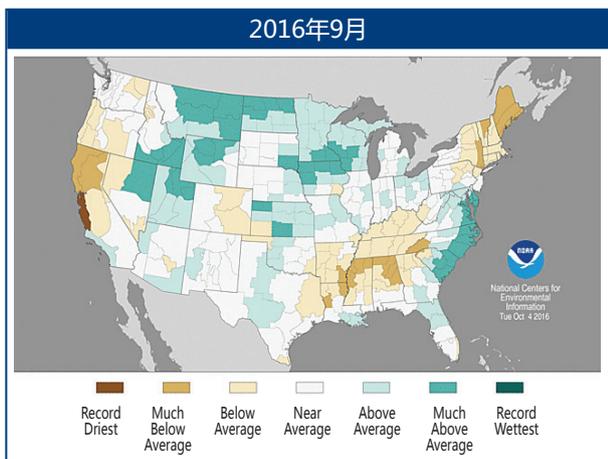
(时期: 1895-2016)



来源：地区天气中心

区域降水量示意图

(时期: 1895-2016)

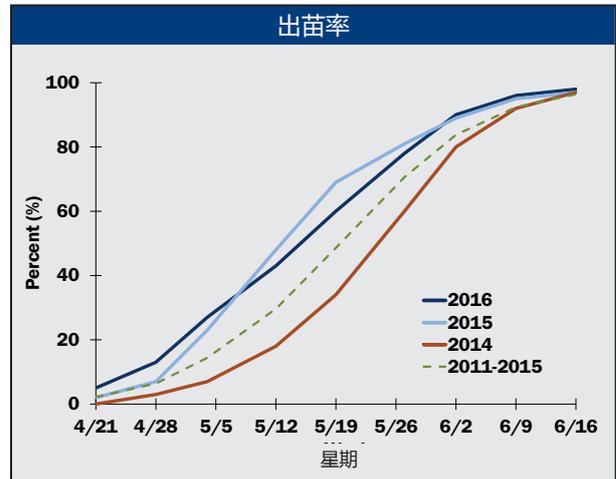


来源：地区天气中心

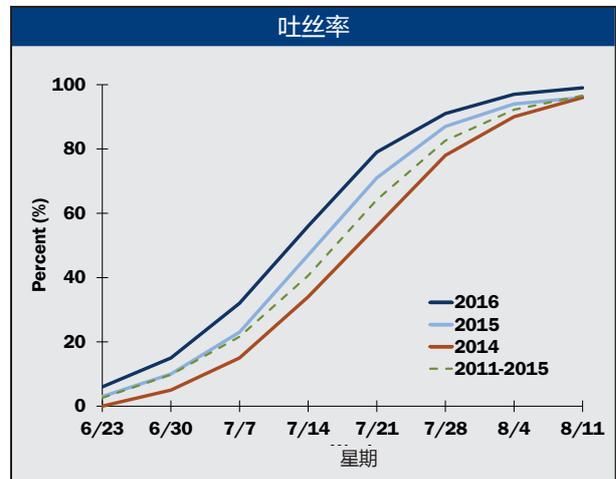
## E. 2016 年和 2015 年、2014 年及五年平均值相比较

2016 年灌浆期比 2015 年更加温暖潮湿，创造了接近历史纪录的单产

2014 年作物的出苗进度接近正常，而 2015 年出苗早于往年。相比之下，2016 年整个苗期进展平稳。2016 年玉米植株吐丝期与 2014 年和 2015 年接近，所有进度均稍早于五年平均情况。与 2014 年和 2015 年相比，降雨逐渐停止，有利于最大程度地授粉。2016 年，灌浆期的降雨较多，因此遭遇干旱的地区极少。

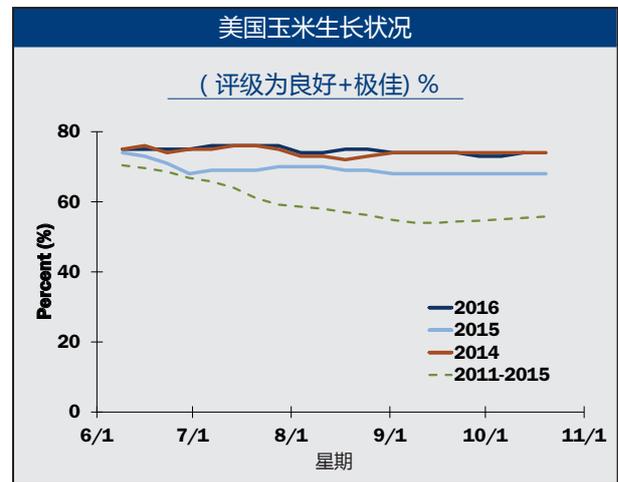
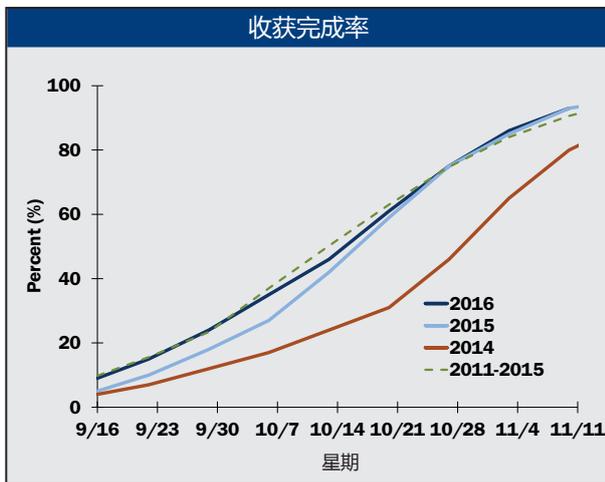


2014 年和 2015 年灌浆期天气较凉爽，而相比之下 2016 年气温很高，抑制了淀粉聚集。不过，2016 年的高温并未伴随着干旱，只是夜间气温较高。2016 年收获进度与五年平均情况接近。2015 年的收获开始较晚，但进度很快超过了五年平均情况，而 2014 年的谷物收获则因长达几周的降雨和寒冷天气遭受延误。



2016年的大部分时段,玉米作物的生长状况评级可达到接近75%良好到极佳,说明作物长势良好,因而光合作用充分,颗粒较大,单产很高。这样的高评级与创造了单产纪录的2014年情况接近,只比2015年略高。相比之下,2011年到2013年的

生长状况与2014-2016年间相比较差 这是高温和干旱导致的。另外,2012年,严重的旱情和高温侵袭导致作物生长状况、淀粉聚集和单产都急剧下降,但容重和蛋白质含量较高。



“良好”评级指预期单产正常、降水充足、病虫害和杂草较少。“极佳”评级指预期单产超过一般水平,作物极少或没有受到外力影响,无病虫害、杂草影响较小。

## A. 美国玉米产量<sup>1</sup>

### 1. 美国平均产量和单产

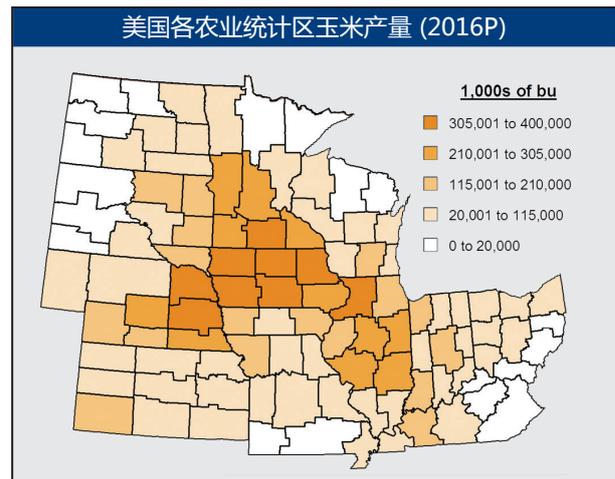
- 根据 2016 年 11 月美国农业部全球农业供需预估报告 (WASDE)，美国 2016 年玉米平均单产预计为 11.0 吨/公顷 (175.3 蒲式耳/英亩)，比 2015 年的平均单产高 0.4 吨/公顷 (6.9 蒲式耳/英亩)，创下美国平均单产新的历史纪录。
- 2016 年的收获面积预计为 3510 万公顷 (8680 万英亩)，比 2015 年多 240 万公顷 (或 610 万英亩)。2016 年 3510 万公顷的预计收获面积在过去 80 年来排名第三位，在过去十年中也排名第三。
- 2016 年的收获面积在过去十年来虽然仅排名第三，但 2016 年作物平均单产却创造了历史纪录，而预计为 3.868

亿吨 (152.26 亿蒲式耳) 的总产量也是美国历史最高纪录。今年的总产量比 2015 年 (3.455 亿吨或 136.01 亿蒲式耳) 高大约 4130 万吨 (16 亿 2500 万蒲式耳)。



### 2. 农业统计区和州级产量

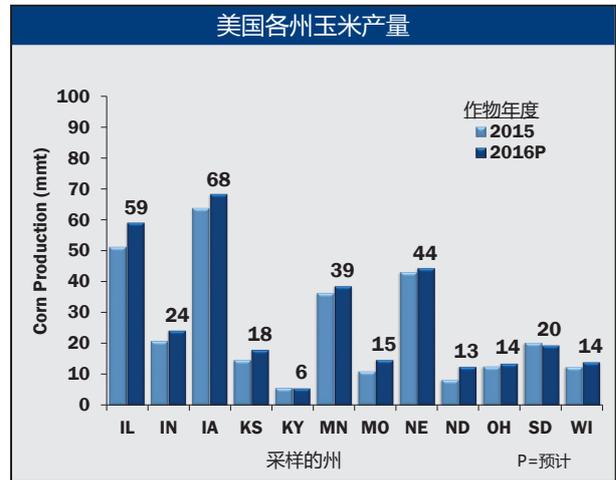
2016/2017 年玉米收获质量报告中涉及的地理区域包含了美国出产玉米最多的地区。这可以在美国农业部农业统计区 (ASD) 2016 玉米预期产量地图上看到。



来源: USDA NASS 和 Centrec Estimates

<sup>1</sup>mt – 吨; mmt – 百万吨; ha – 公顷; bu – 蒲式耳; mil bu – 百万蒲式耳; ac – 英亩。

相对于 2015 年的玉米总产量, 2016 年的产量更高, 因为 12 个主要玉米主产州中的 10 个迎来了大丰收。增产最多的州包括伊利诺伊州、艾奥瓦州、密苏里州和北达科他州。肯塔基州 2016 年的产量与 2015 年基本持平, 而南达科他州 2016 年的产量比 2015 年略有减少。



来源: USDA NASS

美国玉米产量表总结了 2015 年和预计的 2016 年各州的产量 (百万吨) 以及占总产量的百分比的差异。表格中还显示了 2015 年和 2016 年预计的收获面积和单产之间的增减。绿色色块表示 2015 年到 2016 年预计值的相对增加而红色色块表示相对减少。表格显示收获面积与上一年相比差别不大, 略有增加。单产的差异情况各不相同, 伊利诺伊州、印第安纳州、密苏里州和北达科他州大幅增产 (超过 10%), 只有两个州产量略有减少——肯塔基州和南达科他州。

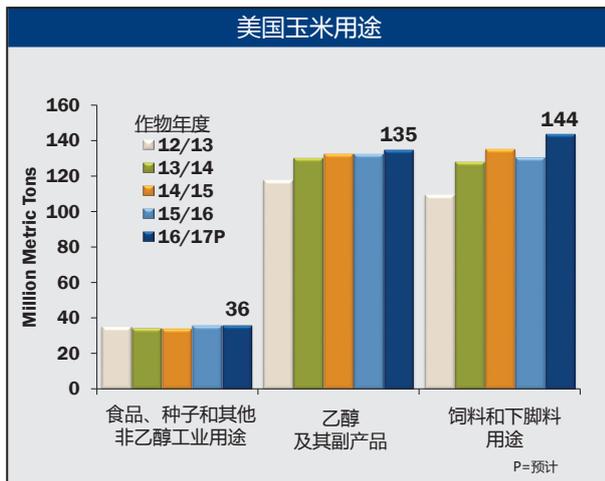
州	2014	2015P	差异		相对 % 变化*	
			MMT	百分比	面积	单产
伊利诺伊	51	59	8	15%	绿色	绿色
印第安纳	21	24	3	16%	绿色	绿色
艾奥瓦	64	68	5	7%	绿色	绿色
堪萨斯	15	18	3	23%	绿色	绿色
肯塔基	6	6	(0)	-1%	绿色	红色
明尼苏达	36	39	2	6%	绿色	绿色
密苏里	11	15	4	34%	绿色	绿色
内布拉斯加	43	44	1	3%	绿色	绿色
北达科他	8	13	4	53%	绿色	绿色
俄亥俄	13	14	1	8%	绿色	绿色
南达科他	20	20	(1)	-4%	绿色	红色
威斯康星	12	14	2	13%	绿色	绿色
总计	345	387	41	12%		

绿色表示 2016 年数值高于 2015 年, 红色表示 2016 年数值低于 2015 年。色块高度表示差异的大小。

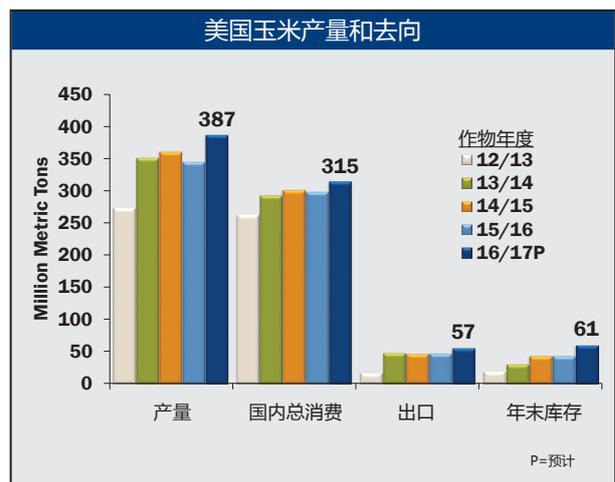
P=预计 来源: USDA NASS

## B. 美国玉米用途和年终库存

- 在过去四个完整的营销年度中，美国玉米在食用、种子和其他非乙醇工业用途方面的消费量一直比较稳定，尽管2012/2013 营销年度（MY12/13）由于干旱的原因总产量较低。
- 2012/13 营销年度用于生产乙醇的玉米消费量与2011/12 和2013/14、2014/2015 和2015/2016 年度相比较低，但用于生产乙醇的玉米用量占总消费量的比例在过去三个完整的营销年度基本保持稳定。
- 用于国内畜禽饲料原料的玉米直接消费自从2013/2014 营销年度较2012/2013 年度回升以来始终保持强劲，这是因为充足的玉米供应和与其他饲料原料相比较为低廉的价格。
- 2012/13 营销年度以来，美国玉米出口量一直很高，并受到多种因素的影响，包括充足的供应和强劲的出口需求。
- 2012 年的干旱以及低产量将2012/13 营销年度的年终库存下拉到多年来最低。不过，随后2013/14、2014/2015 和2015/2016 营销年度的连续丰收使年终库存再度充盈。



来源: USDA WASDE和ERS



来源: USDA WASDE和ERS

## C. 展望

### 1. 美国展望

- 2016 年美国玉米创纪录的收成为2016/2017 营销年度的充足供应创造了条件。这种充盈的供应量持续给曾在2012/2013 营销年度达到峰值的玉米价格施加了下行压力。充足的供应和低廉的价格是促成2016/2017 营销年度美国本土玉米消费量创造新纪录的主要因素。
- 2016/17 营销年度用于食品、种子及非乙醇工业用途 (FSI) 的玉米消费预计与2015/16 年度大致持平，继续保持此前四个营销年度以来的模式。
- 2016/17 营销年度用于乙醇生产的玉米消费预计略高于上一营销年度。乙醇消费量的预计增长提高部分受到低廉的

汽油价格促进了国内汽油需求增加的影响，从而使国内乙醇市场扩大。不过，其他影响预计乙醇消费量的因素包括乙醇混合燃料有竞争力的价格、乙醇生产效率的小幅提高，以及玉米作为乙醇原料替代品的平缓增长。

- 2016/17 营销年度国内用于禽畜饲养和下脚料的玉米消费预计将比 2015/16 年度高 1320 万吨（增长 10.1%）。预计对饲料玉米的需求会得到低廉玉米价格的支撑饲料，从而降低饲养成本，另一个因素是较高的禽畜存栏。

- 2016/17 营销年度美国玉米的出口预计比上一年度增加 17%，为 2007/2008 营销年度以来最高。做出这种预估的依据是充足的供应量和 2015/2016 到 2016/2017 营销年度全球需求增长 6.6%。

- 2016/17 营销年度的玉米年终库存预计比上一年度增加 38.3%，主要原因是玉米连年丰收。库存占比率预计为 16.4%，连续四年得到提高，这是自 2005/2006 年度以来难得一见的现象。

## 2. 国际展望

### 全球供应

- 2016/17 营销年度的全球玉米产量预计将超过 2014/2015 营销年度创下的历史纪录，因为美国和其他主要玉米出产国都迎来了丰收。
- 2016/17 营销年度中国、墨西哥和加拿大减少的产量将被阿根廷、巴西、欧盟、南非、东南亚、乌克兰和美国的增产抵消。
- 除了美国出口增长之外，所有美国以外的国家和地区在 2016/17 营销年度的总出口量也会高于 2015/16 营销年度。
- 除美国之外的几个主要玉米出口国阿根廷、巴西、乌克兰的出口也会增加。

### 全球需求

- 2016/17 营销年度全球玉米消费预计将从 2015/16 营销年度的 9 亿 5850 万吨增长到 10 亿 2170 万吨，年增长率为 6.6%。
- 除了韩国和日本，主要玉米进口国家和地区（埃及、欧盟、墨西哥和东南亚）2016/2017 营销年度的玉米消费预计高于 2015/2016 营销年度。此外，主要玉米出口国（阿根廷、巴西、加拿大、南非、乌克兰和美国）2016/2017 营销年度的玉米消费预计也会高于 2015/2016 营销年度。
- 2016/2017 营销年度玉米进口预计同比会有所下降。2016/2017 营销年度土耳其玉米进口的增量将被埃及、日本、东南亚和韩国的减少所抵消。



各营销年度美国玉米供应和使用一览

公制单位	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17P
<b>面积 (百万公顷)</b>					
种植面积	39.4	38.6	36.7	35.6	38.3
收获面积	35.4	35.4	33.7	32.7	35.1
单产(mt/ha)	7.7	9.9	10.7	10.6	11.0
<b>供应 (百万吨)</b>					
年初库存	25.1	20.9	31.3	44.0	44.1
出产量	273.2	351.3	361.1	345.5	386.8
进口量	4.1	0.9	0.8	1.7	1.3
总供应	302.4	373.0	393.2	391.2	432.2
<b>用途 (百万吨)</b>					
食品, 种子, 其他非乙醇用途	35.5	34.8	34.5	36.3	36.5
乙醇及副产品	117.9	130.1	132.3	132.2	134.6
饲料及下脚料用途	109.6	128.0	135.0	130.3	143.5
出口	18.5	48.8	47.4	48.2	56.5
总用量	281.5	341.8	349.3	347.1	371.1
年终库存	20.9	31.3	44.0	44.1	61.0
平均农场价格(\$/mt*)	271.25	175.58	145.662	142.118	118.104-141.725

英制单位	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17P
<b>面积 (百万英亩)</b>					
种植面积	97.3	95.4	90.6	88.0	94.5
收获面积	87.4	87.5	83.1	80.7	86.8
单产(bu/ac)	123.1	158.1	171.0	168.4	175.3
<b>供应 (百万蒲式耳)</b>					
年初库存	989	821	1,232	1,731	1,738
出产量	10,755	13,829	14,216	13,601	15,226
进口量	160	36	32	67	50
总供应	11,904	14,686	15,479	15,399	17,014
<b>用途 (百万蒲式耳)</b>					
食品, 种子, 其他非乙醇用途	1,397	1,370	1,359	1,429	1,435
乙醇及副产品	4,641	5,124	5,209	5,206	5,300
饲料及下脚料用途	4,315	5,040	5,315	5,130	5,650
出口	730	1,920	1,867	1,898	2,225
总用量	11,083	13,454	13,750	13,663	14,610
年终库存	821	1,232	1,731	1,738	2,403
平均农场价格(\$/bu*)	6.89	4.46	3.70	3.61	3.00-3.60

P=预计

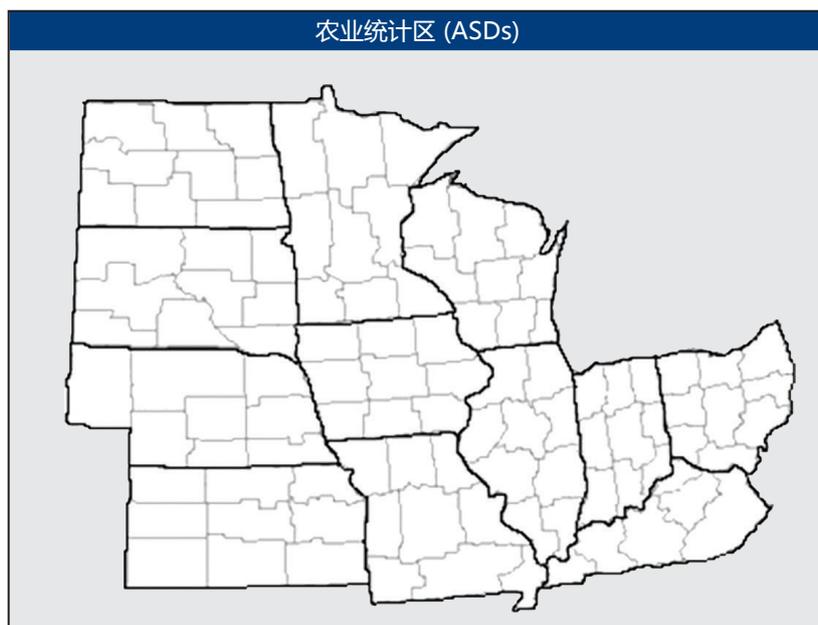
\* 农场价格根据农场运输各批次货物计算的加权平均值。16/17年度的农场价格根据WASDE11月份预计价格计算。

来源: USDA WASDE和ERS

## A. 概述

《2016/17 年收获质量报告》所采取的调查设计、采样和统计分析方法要点如下：

- 沿用前五年《收获质量报告》中使用的方法，我们按农业统计地区 (ASDs) 对 12 个玉米主产州按比例进行了分层取样。这 12 个玉米主产州的玉米出口量占美国玉米出口总量的 93.1%。
- 我们从 12 个主产州一共选取了 617 份样本，以确保能达到可信度为 95%，最大相对误差为  $\pm 10\%$  的目标。
- 2016 年 9 月 8 日至 11 月 28 日期间，我们共收集了来自各地粮站从农场运粮车上直接抽取的 624 份未经混合的样本，并进行了检测。
- 我们采取了按比例分层取样的方法对整个农业统计地区 12 个相关州经过了其他质量指标检测的玉米进行了霉菌毒素检测。这次取样的结果是共有 177 份样本进行了黄曲霉毒素和呕吐毒素测试。
- 对美国总体和三个出口集中区的玉米用标准的统计学方法进行按比例分层取样后，我们进一步计算出数据的加权平均值和标准差。
- 为了评估样本的统计学有效性，我们在计算美国整体的和三个不同出口集中区的各种质量属性时都使用了相对误差。除应激裂纹和应激裂纹指数这两项之外，其他质量属性的相对误差都在  $\pm 10\%$  以内。即使当这些质量属性的较低精准值低于预期，相对误差水平使得预估结果不会无效。
- 我们使用在可信度 95% 基础上的双尾 T 检验来评估 2016 年和 2015 年及 2016 年和 2014 年质量指标平均值的统计学差异。



## B. 调查设计和采样

### 1. 调查设计

这份 2016/17 年收获报告中的目标样本是来自于美国 12 个玉米主产州的商品黄玉米，这些州的玉米出口量占全美的 93.1%。我们采取按比例分层、随机抽样的方法以确保对进入营销渠道前端的美国玉米进行稳妥的统计学采样。我们的抽样方法有 3 个主要特征：将所有样本分层以备抽样、确定每层的抽样比例和随机抽样程序。

抽样分层指的是把要调查的总体样本分为不同的、无重叠的小组，称之为层。在本项研究中，调查的总体样本是指可能会将玉米出口至国外市场的产区所出产的玉米。美国农业部 (USDA) 将每个州划分为若干个农业统计区 (ASDs) 并预估每个 ASD 的玉米产量。我们用美国农业部的玉米产量数据外加预计出口量来确定代表美国出口总量 93.1% 的 12 个主要玉米生产州的调查样本总数。(来源：美国农业部联邦谷物检验、屠宰和牧场管理局 USDA/GIPSA)。这些农业统计区 (ASDs) 的数据即是本次玉米质量调查的子总体 或者层。通过这些数据，我们计算了每个 ASD 的玉米产量在总产量和出口量中的占比，以决定抽样比例 (从每个 ASD 所抽取的样本比例)，并最终确定每个 ASD 所要采集的玉米样本数量。2016/17 年收获报告在每个 ASD 所采集的样本数量各不相同，因为每个 ASD 的数据在预期产量和出口量中的占比不同。

样本数量确定后，我们就可以在一定精准确度的范围内预测各种质量指标的真实平均值。《2016/2017 年收获报告》中所

采用的精准度是预计可信度为 95%，相对误差不超过  $\pm 10\%$ 。 $\pm 10\%$  的相对误差对于像玉米质量指标这样的生物学数据来说是一个较为合理的目标。

为确定达到目标相对误差所需的样本数量，理想的情况是对每一项质量指标都应用总体方差 (即收获玉米质量指标的变率)。一项质量指标的水平或数值变异性越大，就需要越多的样本数量来预估一定精准度范围内的真实均值。而且，质量指标的变异性通常各不相同。因此，在同一精准度范围内，各个质量指标所需要的样本数量是不一样的。

由于我们还不知道今年收获玉米作物的 17 种质量指标差异性，因此我们采用《2015/2016 年收获报告》当中的差异性估计值作为替代。我们运用 2015 年对 620 份样本所做的分析结果，计算出了相对误差在  $\pm 10\%$  范围内的 14 种质量指标所需要变率和最终的样本数。破碎玉米、杂质和热损伤未予检测。相对误差分别为 11% 和 14% 的应激裂纹率和应激裂纹指数是唯一两个相对误差超过  $\pm 10\%$  的质量指标。根据这些数据，我们确定样本数量至少达到 600 份即可预估出在一定精准度范围内除了应激裂纹率和应激裂纹指数之外的美国玉米总体质量特性的真实平均水平。不过，由于每个农业统计区目标样本数的取整以及每个农业统计区至少两份样本的原则，最后的目标样本数为 617 份。

我们使用与检测定级指标、水分、物理和化学特性同样的

按比例分层抽样的方法来测试所选取玉米样本的霉菌毒素水平。除了同样的抽样方法外,对不同的质量特性,我们也同样采用了相对误差  $\pm 10\%$ , 预计精准度 95%。预计至少测试最小总体样本数(600份)的 25% 就能达到我们所要求的精准度。换句话说,检测等于或大于 150 份样本就能使黄曲霉毒素含量低于美国食品和药品监督管理局限值 20 ppb 的样本百分比的检测结果达到 95% 的可信度,相对误差小于或等于  $\pm 10\%$ 。另外,

预计检测样本中呕吐毒素低于美国食品与药品监督管理局限值 5ppm 的样本百分比同样具有小于或等于  $\pm 10\%$  的相对误差,预计的精准度在 95%。按比例分层抽样方法还要求至少从每个采样地区的 ASD 抽取一份样本进行测试。为达到检测目标样本总数的 25% 且每个 ASD 至少检测一份样本的抽样标准,用于检测霉菌毒素的目标样本份数为 177 份。

## 2. 采样

随机抽样程序是通过发邮件、传真、电子邮件和电话请求 12 个玉米主产州的粮站参与完成的。我们把邮资已付的样本袋寄给同意提供 2050 到 2250 克米样本的玉米粮站。样本从粮站采集时,当地的玉米收获应至少已经完成了 30%。30% 的门槛是为了避免收到农民在为当季玉米腾出存储空间时清理出的陈玉米,也可以避免收到农户为得到价格升水而在早于正常收获季节提前收割的玉米。这些样本是在从农场运来的玉米接受粮站的常规检验时,从运粮车上采集的。每个粮站所提供的样本数量取决于在该农业统计区所需采集的目标样本总数,以及粮站愿意提供的样本数量。每个地点最多采集 4 份样本。从 2016 年 9 月 8 日至 11 月 28 日之间,我们收到了粮站从农场运粮车上抽取的 624 份未经混合的样本,并对其进行了检测。



## C. 统计分析

在定级指标、水分、化学成分和物理指标几方面检测了样本后,全美的整体结果被汇总到一起,向三个主要出口渠道供应玉米的三个综合区的检测结果也分别进行了总结,下面是这三个被标记为出口集中区 (ECAs) 的地区:

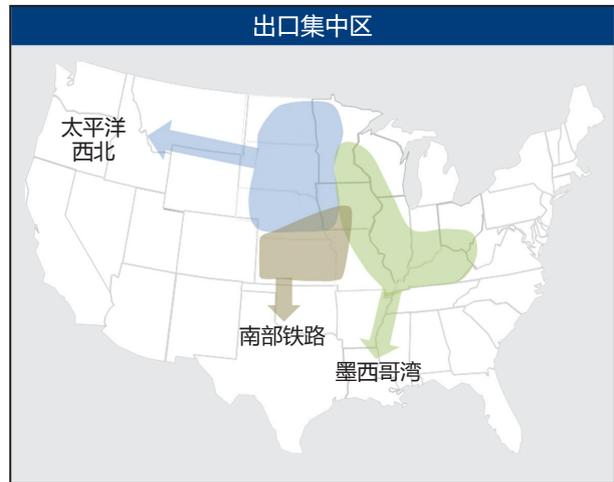
墨西哥湾出口集中区,主要通过海湾港口出口;

太平洋西北 (PNW) 出口集中区包括通过太平洋西北和加利福尼亚港口出口玉米的地区;

南部铁路地区包括从内陆分站点通过铁路向墨西哥出口玉米的地区。

在分析样本检验结果时,我们采用的是按比例分层抽样法的标准统计技术,包括计算加权平均值和标准差。除了对全美国整体值计算加权平均和标准差以外,我们还对每个出口集中区的数值进行了加权平均和标准差的估算。流入每个出口集中区的玉米来源会因为可用运输方式的原因在地理区域上存在重叠。所以,每个出口集中区 (ECA) 的综合数据是按照估算每个出口集中区所接收的不同产区的玉米占比为基础来进行计算的。结果是,有的玉米样本可能计入了不止一个出口集中区的统计数据。这些估算的依据来自于行业反馈信息、出口数据和美国玉米流向方面的研究报告。

2016/17 年收获报告增加的新内容是过去五年的收获报告 (2011/12 年, 2012/13 年, 2013/14 年、2014/15 年和 2015/2016 年) 中各项质量指标的简单平均值。我们在报告的正文和表格中将这些按照美国总体和各出口集中区分别计算出简单平均值称为“五年平均值”。



我们对美国总体和每个出口集中区 (ECA) 的各玉米质量指标都计算了相对误差。除美国总体和墨西哥湾、太平洋西北和南部铁路出口集中区的应激裂纹和应激裂纹指数,其他质量指标的相对误差都在  $\pm 10\%$  以内。应激裂纹和应激裂纹指数的相对误差见下面的表格。

	相对公差	
	应激裂纹	SCI
美国总体	12%	15%
墨西哥湾 ECA	13%	16%
太平洋西北 ECA	17%	19%
南部铁路 ECA	15%	19%

即使这些质量特性的较低精准值低于预期,这些数值的相对误差也并不会使估算结果失效。在“定级指标和水分”和“物理指标”汇总表的备注里注明了相对误差超过  $\pm 10\%$  的检测项。

在“质量检测结果”部分的参考附注中,对 2015/2016 年和 2016/2017 年,以及 2014/2015 年和 2016/2017 年收获质量报告检测结果的统计和 / 或显著性差异通过可信度在 95% 的双尾 T 检验法进行了比较。

2016/2017 年玉米收获报告的样本 (每份约 2200 克) 由当地粮站直接寄送到位于伊利诺伊州尚佩恩市的伊利诺伊州作物改良协会的品种性状保藏谷物实验室 (IPGL)。样本到达之后, 如有必要先进行干燥, 直到达到合适的水分含量, 以防止日后在检测过程中出现质量下降的现象。然后, 样本会通过博尔纳分样器分成两个重量均为 1100 克的组。分样器将全部样本分为两个组的同时, 还要保持两个组的样本性状平均分布。其中一组样本被送往尚佩恩—丹维尔谷物检验机构 (CDGI) 进行定级。CDGI 是美国农业部联邦谷物检测服务机构 (FGIS) 指定的伊利诺伊州中东部地区官方谷物检验服务机构。定级检验程序的依据是《FGIS 谷物检测手册》, 详情会在下一节中进行叙述。另外一组样本留在 IPG 实验室, 按照行业标准或者多年来通行的完善程序对化学成分和其他物理指标进行检测。IPG 实验室的多个检测项都通过了 ISO/IEC 17025:2005 国际标准的认证。完整的认证范围请参见 <http://www.ilcrop.com/perry-johnson-laboratory-accreditation>。

## A. 玉米定级指标

### 1. 容重

容重是对需要填满一个温彻斯特蒲式耳容器 (2150.42 立方英寸) 的谷物量的计量。容重是 FGIS 美国玉米定级官方标准中的一项。

检测方法是放置于一个具有特定体积的量杯上方

一定高度的漏斗向量杯倒入谷物, 直至谷物从量杯边缘溢出。

用刮板将谷物抹至与量杯口平齐, 再对杯中留存的谷物进行称重。所测重量随后将转换为传统的美国计量单位, 即磅每蒲式耳 (lb/bu)。

### 2. 破碎玉米与杂质 (BCFM)

破碎玉米与杂质是 FGIS 谷物定级美国官方标准中的一项。

BCFM 检验测定所有能通过 12/64th 英寸圆孔筛的物质和所有留在筛面上的非玉米物质。破碎玉米与杂质检测分为破碎玉米和杂质两个分项。破碎玉米的定义是可以通过 12/64th 英寸圆孔筛

但留在 6/64th 英寸筛面上的所有物质。杂质是所有可通过 6/64th

英寸圆孔筛子的物质和留在 12/64th 英寸筛面上的粗粒非玉米物质。破碎玉米与杂质用样本原重量的百分比来表示。

### 3. 总损伤 / 热损伤

总损伤是 FGIS 谷物定级美国官方标准中的一项。

一位经过培训和资格认证的检测人员用目测的方式对 250 克无破碎玉米与杂质的有效代表样本进行颗粒损伤情况查验。损伤种类包括蓝色眼状霉斑、穗轴腐烂、烘干受损 (与热损伤不同)、细菌损伤颗粒、热损伤颗粒、虫蚀颗粒、霉变颗粒、类霉物质、丝断裂颗粒、表面霉变 (枯萎)、霉变 (粉红球菌) 和生

芽粒。总损伤是以所有受损谷物占送检样本中的重量百分比来表示的。

热损伤是总损伤中的一类,指由热度引起的实质脱色或损坏的玉米颗粒或碎片损伤。热损伤颗粒由经过培训和资格认证的检验人员对 250 克无破碎玉米和杂质的玉米样品进行目测查验。如果发现热损伤,会将其与总损伤分开报告。

## B. 水分

水分由粮站的电子水分仪于送货时记录和报告。电子水分仪能感应到谷物中一种会随水分含量变化而变化的,被称为

电介质的物质。水分含量升高时电介质也随之升高。水分含量表示为包含水分的玉米重量的一个百分比。

## C. 化学成分

### 1. 近红外光谱常规分析

玉米的化学成分 (蛋白质、油脂和淀粉含量) 是用近红外透射光谱分析仪 (NIR) 进行分析的。这种仪器用特定波长的光对每份样本进行个别分析。仪器被校准到与传统化学方法相一致,用以预测样本中的油脂、蛋白质和淀粉成分。检测过程并不对玉米进行破坏。

2016 年秋季对蛋白质、油脂和淀粉含量进行化学成分

检测使用的仪器是 Foss Infratec 1241 整粒谷物近红外光谱分析仪 (NIR), 检测对象为 400-450 克样本。该检测仪专门用于化学检验,对蛋白质、油脂和淀粉测定值的标准误差分别为 0.27%、0.25% 和 0.66%。检验结果以各成分在干物质中的百分比表示 (在去除水分的玉米物质中的百分比)。

## D. 物理指标

### 1. 百粒重、颗粒体积和颗粒真实密度

百粒重是用精度到 0.1mg 的分析天平称量两份相同的 100 粒样品得到的平均重量。百粒重的平均值用克表示。

颗粒体积是用氮比重仪对两份 100 粒样品分别进行计量得出的,单位为立方厘米 (cm<sup>3</sup>)/粒。小颗粒到大颗粒玉米体积的范围一般为每粒 0.18-0.30 立方厘米。

颗粒真实密度是把两份外表完好 100 粒样本分别用质量 (或重量) 除以其体积 (或排水量) 得出的。测量结果取两份样本的平均值。真实密度用克每立方厘米 (g/cm<sup>3</sup> 表示)。当水分含量折合值为 12% 至 15% 之间时,真实密度一般在 1.16 至 1.35 g/cm<sup>3</sup> 之间。

### 2. 应激裂纹分析

应激裂纹的检测是通过光背投成像板使裂缝显现。外观无损的 100 颗完整玉米粒被逐一检测。光线穿过角质或者硬质胚乳,由此可观测和评估应激裂纹对每粒玉米的损伤程度。受检的玉米颗粒可归为四类:(1)无裂纹;(2)1 条裂纹;(3)2 条裂纹;(4)2 条以上裂纹。应激裂纹是由所有含 1 条、2 条和 2 条以上裂纹的颗粒数量除以 100 的百分比结果来表示。应激裂纹水平低始终比高更好,因为高应激裂纹率会使更多的玉米在储运过程中受到损坏。在应激裂纹存在的情况下,1 条裂纹比 2 条或多条裂纹好。一些玉米最终用户会根据具体用途指定可接受的应激裂纹水平。

应激裂纹指数 (SCI) 是应激裂纹的加权平均数。该检测值说明应激裂纹的严重程度。SCI 的计算公式是:

$$SCI = [SSC \times 1] + [DSC \times 3] + [MSC \times 5]$$

其中

- SSC 是只有 1 条裂纹的籽粒占比,
- DSC 是有 2 条裂纹的籽粒占比,
- MSC 是有 2 条以上裂纹的籽粒占比。

SCI 值一般在 0 到 500 之间。数值大就意味着样本中有多条裂缝的籽粒数多,对于大多数使用者来说都不受欢迎。

### 3. 完整颗粒

在完整颗粒测试中, 50 克的干净的 (无破碎粒和杂质) 玉米被逐粒检查。开裂、破损或有缺口的玉米, 以及任何表皮明显受损的玉米被予以剔除。然后将完整颗粒称重, 最终数值

用完整颗粒重量占原 50 克样本重量的百分比表示。有些公司进行的是同样的检测, 只是结果的百分比表示的是“开裂和破损”率。完整颗粒率 97% 相当于开裂破损率 3%。

### 4. 角质 (硬) 胚乳

角质 (硬) 胚乳检测是把 20 颗外表完好的玉米颗粒胚芽朝上放置在发光台上用目测的方式进行评测。然后评定每颗玉米粒中角质胚乳在总体胚乳中的估计占比。软质胚乳是不透明的, 会阻挡光线, 而角质胚乳是透明的。评测参照标准指导

准则进行, 以软质胚乳沿着籽粒的冠部向下方胚芽的延展程度为依据。之后算出 20 颗外表完好的籽粒角质胚乳评定的均值。角质胚乳的评定值在 70% 到 100% 之间, 但大多数单个颗粒的结果值处于 70% 至 95% 的区间。



## 5. 霉菌毒素检测

从玉米中检出霉菌毒素是个复杂过程。通常情况下,引起霉菌毒素的真菌并不会在一片田地里全面滋生或在地理区域之间蔓延。因此,如果在玉米中检出任何霉菌毒素,在很大程度上取决于一大批玉米颗粒中霉菌毒素的浓度和分布状况,无论是一车、一筒仓还是一火车皮的玉米。

美国农业部联邦谷物检验局 (FGIS) 取样程序的宗旨是尽量避免夸大或低估霉菌毒素的真实浓度,因为出口玉米必须出具准确的结果值。不过,2016/2017 年玉米收获质量报告评估霉菌毒素的宗旨只是报告当前收成中霉菌毒素的检出个数,而并不涉及出口玉米中霉菌毒素的具体水平值。

为了得出 2016/2017 年玉米收获质量报告中黄曲霉毒素和呕吐毒素检出个数,IPG 实验室用 FGIS 标准程序和被其认可的检测套件进行了霉菌毒素检测。FGIS 标准程序要求从运粮车上选取至少 908 克 (2 磅) 的玉米样本,经碾磨后进行黄曲霉毒素检测,并选取大约 200 克样本碾磨后进行呕吐毒素检测。为了完成这项研究,2 千克用于调查的玉米粒样本被分为 1 千克一组的实验室样本,进行黄曲霉毒素分析。将 1 千克调查用样本用 Romer Model2A 磨碎机磨成粉,使其中的 60% ~ 75% 可通过 20 目网筛。每次黄曲霉毒素检测

均从充分混合的粉状物中取得,每份检测样本份量为 50 克。

EnviroLogix 公司生产的 AQ109 BG 和 AQ 254 BG 定量检测套件被分别用于进行黄曲霉毒素和呕吐毒素的分析。呕吐毒素的提取以水为介质 (5:1 的比例),而黄曲霉毒素的提取用 50% 的酒精 (2:1)。之后将提取物用 Envirologix 公司的 QuickTox 侧流试纸条检测法进行检测,并用 QuickScan 快速扫描系统对黄曲霉毒素含量进行测定。

在霉菌毒素浓度超出特定限值,即“检出限值”(LOD)的情况下,EnviroLogix 定量测试套件能报告其具体浓度水平。检出限值的定义是能检出的最低浓度值,且与用所使用的分析方法测试空白对照物 (不含霉菌毒素) 结果值不同。不同的霉菌毒素种类、检测套件应用和玉米批次组合,检出限值也会有所不同。AQ109 BG 和 AQ 254 BG 的黄曲霉毒素检出限值为十亿分之 2.5 (2.5ppb),而呕吐毒素检出限值为百万分之 0.3 (0.3 ppm)。

FGIS 为使用 Envirologix 公司 AQ109 BG 和 AQ 254 BG 套件分别检测黄曲霉毒素和呕吐毒素的量化值出具了性能说明函。

## 美国玉米分级和定级要求

分级	最低容重 (lb/bu)	损伤颗粒 最高限值		
		热损伤(%)	总损伤(%)	破碎玉米与杂质(%)
U.S. No. 1	56.0	0.1	3.0	2.0
U.S. No. 2	54.0	0.2	5.0	3.0
U.S. No. 3	52.0	0.5	7.0	4.0
U.S. No. 4	49.0	1.0	10.0	5.0
U.S. No. 5	46.0	3.0	15.0	7.0

来源：Code of Federal Regulations, Title 7, Part 810, Subpart D, United States Standards for Corn

美国样本级为有如下情形的玉米：(a) 未能达到美国玉米等级的 1、2、3、4、5 级要求；或 (b) 混有石块重量超出样品重量的 0.1%、混有两块及以上的玻璃、三粒或以上的猪屎豆种子 (*Crotalaria* spp.)、两颗或以上的蓖麻子 (*Ricinus communis* L.)、四颗或以上不明异物或混有普遍认为有毒害性的物质、8 粒或以上仓耳子 (*Xanthium* spp.) 或其它单独的或成簇的植物种子、或 1000 克样本中动物污物超出 0.20%；或 (c) 有霉味、酸味或作为商品令人不快的异味；或 (d) 发热或其他明显质量低劣的情形。

来源：Code of Federal Regulations, Title 7, Part 810, Subpart D, United States Standards for Corn



### 美国单位和公制单位换算

玉米单位换算	公制换算
1 蒲式耳 = 56 磅 ( 25.40 千克 )	1 磅 = 0.4536 千克
39.368 蒲式耳 = 1 吨	1 英担 = 100 磅或 45.36 千克
15.93 蒲式耳 / 英亩 = 1 吨 / 公顷	1 吨 = 2204.6 磅
1 蒲式耳 / 英亩 = 62.77 千克 / 公顷	1 吨 = 1000 千克
1 蒲式耳 / 英亩 = 0.6277 公担 / 公顷	1 吨 = 10 公担
56 蒲式耳 = 72.08 千克 / 百公升	1 公担 = 100 千克
	1 公顷 = 2.47 英亩





## HEADQUARTERS:

20 F Street NW, Suite 600 • Washington, DC 20001  
 Phone: +1-202-789-0789 • Fax: +1-202-898-0522  
 Email: [grains@grains.org](mailto:grains@grains.org) • Website: [grains.org](http://grains.org)

### PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA: Beijing

Tel1: +86-10-6505-1314 • Tel2: +86-10-6505-2320  
 Fax: +86-10-6505-0236 • [grainsbj@grains.org.cn](mailto:grainsbj@grains.org.cn)

### EGYPT: Cairo

Tel: +216-71-191-640 • Fax: +216-71-191-650  
[tunis@usgrains.net](mailto:tunis@usgrains.net)

### JAPAN: Tokyo

Tel: +81-3-6206-1041 • Fax: +81-3-6205-4960  
[tokyo@grains.org](mailto:tokyo@grains.org)

### KOREA: Seoul

Tel: +82-2-720-1891 • Fax: +82-2-720-9008  
[seoul@grains.org](mailto:seoul@grains.org)

### MEXICO: Mexico City

Tel: +52-55-5282-0244  
[usgcmexico@grains.org.mx](mailto:usgcmexico@grains.org.mx)

### MIDDLE EAST AND AFRICA: Tunis

Tel: +216-71-191-640 • Fax: +216-71-191-650  
[tunis@usgrains.net](mailto:tunis@usgrains.net)

### SOUTH AND SOUTHEAST ASIA: Kuala Lumpur

Tel: +603-2093-6826 • Fax: +603-2093-2052  
[grains@grainsea.org](mailto:grains@grainsea.org)

### TAIWAN: Taipei

Tel: +886-2-2523-8801 • Fax: +886-2-2523-0149  
[taipei@grains.org](mailto:taipei@grains.org)

### TANZANIA: Dar es Salaam

Tel: +255-718-733-711  
[mary@usgrainstz.net](mailto:mary@usgrainstz.net)

### WESTERN HEMISPHERE: Panama City

Tel: +507-315-1008 • Fax: +507-315-0503  
[LTA@grains.org](mailto:LTA@grains.org)